



NOWE ŹRÓDŁO ENERGII JĄDROWEJ SMR W LOKALIZACJI TEMELÍN

OCENA ODDZIAŁYWANIA NA ZDROWIE PUBLICZNE

Czerwiec 2026 r.

Nowe źródło energii jądrowej SMR w lokalizacji Temelín

Ocena oddziaływania na zdrowie publiczne

ZLECIL:

Amentum Clean Energy s.r.o.
Křenová 58
602 00 Brno

SPORZĄDZIŁ:

ATEM – Ateliér ekologických modelů, s. r. o.
Roztylská 1860/1
148 00 Praha 4
e-mail: atem@atem.cz
tel.: 241 494 425

OPRACOWAŁ:

Mgr. Jan Karel

posiadacz certyfikatu kwalifikacji zawodowych w zakresie
oceny oddziaływania na zdrowie publiczne wydanego przez
Ministerstwo Zdrowia, nr porz. certyfikatu 9/2024

WSPÓŁPRACA:

Mgr. Radek Jareš

Mgr. Robert Polák

Mgr. Josef Škodák

Bc. Veronika Mouchová

Czerwiec 2026 r.

SPIS TREŚCI

1. WPROWADZENIE.....	5
2. METODYKA OCENY.....	7
3. CHARAKTERYSTYKA ZABUDOWY MIESZKALNEJ W OKOLICACH PLANOWANEGO PRZEDSIĘWZIĘCIA	9
4. ODDZIAŁYWANIE PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO (ODDZIAŁYWANIE RADIACYJNE).....	13
4.1. Identyfikacja zagrożenia.....	13
4.2. Określenie zależności dawka-efekt.....	16
4.3. Ocena narażenia.....	18
4.3.1. Obciążenie radiacyjne z eksploatacji SMR ETE.....	19
4.3.2. Obciążenie radiacyjne z wszystkich istniejących i planowanych zakładów na terenie ETE 21	
4.3.3. Obciążenie radiacyjne ze źródeł naturalnych	23
4.4. Charakterystyka ryzyka	23
5. ODDZIAŁYWANIE POLA ELEKTRYCZNEGO I MAGNETYCZNEGO	27
5.1. Identyfikacja zagrożenia i zależności dawka-efekt	27
5.2. Ocena narażenia i charakterystyka ryzyka	29
6. ODDZIAŁYWANIE ZANIECZYSZCZENIA ATMOSFERY.....	33
6.1. Identyfikacja zagrożenia i zależności dawka - efekt	34
6.1.1. Cząstki zawieszone	34
6.1.2. Dwutlenek azotu	34
6.1.3. Wspólne działanie cząstek zawieszonych PM _{2,5} i NO ₂	35
6.1.4. Benzen.....	35
6.1.5. Benzo[a]piren.....	36
6.2. Ocena narażenia i charakterystyka ryzyka	36
6.2.1. Cząstki zawieszone	36
6.2.2. Dwutlenek azotu	40
6.2.3. Wspólne działanie cząstek zawieszonych PM _{2,5} i dwutlenku azotu.....	41
6.2.4. Benzen i benzo[a]piren	41
6.2.5. Oddziaływanie krótkotrwałego narażenia w trakcie prac budowlanych	42
7. ODDZIAŁYWANIE HAŁASU	44
7.1. Identyfikacja zagrożenia i zależności dawka - efekt	44
7.2. Ocena narażenia i charakterystyka ryzyka	47
8. ODDZIAŁYWANIE PSYCHOLOGICZNE.....	49
9. ODDZIAŁYWANIE SPOŁECZNE I GOSPODARCZE	52
10. DANE DOTYCZĄCE ODDZIAŁYWANIA NA ZDROWIE O CHARAKTERZE TRANSGRANICZNYM	59
11. CHARAKTERYSTYKA LUK W WIEDZY I NIEOKREŚLONOŚCI	60
12. WNIOSEK.....	61
13. BIBLIOGRAFIA	66

14. LISTA SKRÓTÓW	69
--------------------------------	-----------

1. WPROWADZENIE

Przedstawiona analiza dotyczy oceny oddziaływania realizacji planowanego przedsięwzięcia „Nowe źródło energii jądrowej SMR w lokalizacji Temelín” na zdrowie mieszkańców zamieszkujących w okolicach planowanego przedsięwzięcia.

Celem planowanego przedsięwzięcia jest budowa i eksploatacja małego reaktora modułowego (SMR) w lokalizacji Temelín. Planowane przedsięwzięcie obejmie realizację jednego bloku jądrowego o mocy elektrycznej netto do 500 MW_e. Zakładane rozwiązanie technologiczne obejmuje lekkowodny reaktor ciśnieniowy generacji III+ w układzie trójpętlowym z wymuszonym obiegiem chłodziwa, wykorzystujący połączenie aktywnych i pasywnych elementów bezpieczeństwa. Znaczna część budowy będzie realizowana w sposób modułowy. Reaktor wykorzystuje standardowe paliwo (UO₂, wzbogacenie <5%). Wyprowadzenie mocy będzie realizowane za pomocą linii napowietrznej 400 kV do rozdzielni Kočín, a zasilanie rezerwowe będzie również realizowane z rozdzielni Kočín, a mianowicie za pomocą linii napowietrznej 110 kV, lub częściowo za pomocą linii podziemnej 110 kV. Realizacja planowanego przedsięwzięcia jest przewidziana na lata 2029–2034, przy czym intensywne prace, tj. sama budowa bloku elektrowni, będą prowadzone w okresie od 1/2033 do 9/2034 r.

Podczas oceny potencjalnego oddziaływania na zdrowie dotkniętej populacji, należy brać pod uwagę ogólnie wszystkie czynniki, które mogą mieć skutki dla zdrowia ludzkiego. W przypadku analizowanego planowanego przedsięwzięcia chodzi o następujące potencjalne oddziaływanie:

- oddziaływanie promieniowania jonizującego (obciążenie radiacyjne) związane z uwolnieniami śladowych ilości radionuklidów do atmosfery oraz do cieków wodnych
- oddziaływanie pola elektromagnetycznego związane z prowadzeniem napowietrznych i podziemnych linii elektroenergetycznych
- oddziaływanie zanieczyszczenia atmosfery w związku z budową i eksploatacją planowanego przedsięwzięcia (na etapie eksploatacji chodzi głównie o transport)
- oddziaływanie hałasu w związku z eksploatacją planowanego przedsięwzięcia (oddziaływanie hałasu na zdrowie ludzkie jest ogólnie związane z długotrwałym narażeniem, biorąc pod uwagę określony czas trwania istotnych akustycznie prac budowlanych, nie przewiduje się oddziaływania na etapie budowy)
- oddziaływanie psychologiczne (oceniane na poziomie całej EJ Temelín)
- oddziaływanie społeczne i gospodarcze

W stosownych przypadkach (obciążenie radiacyjne, hałas i atmosfera, oddziaływanie społeczno-gospodarcze) oceniane jest zarówno oddziaływanie planowanego przedsięwzięcia SMR ETE, jak też oddziaływanie skumulowane, przy uwzględnieniu wspólnego oddziaływania eksploatacji istniejącej Elektrowni Jądrowej Temelín oraz innych planowanych przedsięwzięć w danej lokalizacji (Nowe źródło

energii jądrowej, rozbudowa przechowalnika wypalonego paliwa).

Ocena opiera się na ekspertyzach i materiałach wyjściowych, które zostały opracowane dla poszczególnych obszarów potencjalnego oddziaływania planowanego przedsięwzięcia na zdrowie ludzkie. Konkretnie chodzi o:

- ocenę oddziaływania radiacyjnego eksploatacji SMR ETE [1]
- protokół z badania akredytowanego laboratorium – weryfikację obowiązujących limitów higienicznych w zakresie pola elektrycznego i magnetycznego [2]
- ocenę oddziaływania zanieczyszczenia atmosfery i obciążenia hałasem na zdrowie publiczne [3]
- analiza stanu psychicznego mieszkańców w lokalizacji Temelín [4]
- analiza skutków społecznych i gospodarczych planowanego przedsięwzięcia [5]

Wymienione analizy szczegółowo omawiają poszczególne obszary potencjalnego oddziaływania na ludność i zdrowie ludzkie. Przedstawioną ocenę należy postrzegać w ich kontekście.

W przedstawianej ocenie uwzględniono oddziaływanie występujące podczas normalnej eksploatacji, a jej wyników nie można odnieść do przypadków sytuacji nadzwyczajnych, w tym radiacyjnych zdarzeń nadzwyczajnych.

2. METODYKA OCENY

Zastosowana metodyka oceny opiera się na podstawowych procedurach metodycznych oceny oddziaływania na zdrowie publiczne i oceny ryzyka zdrowotnego opracowanych przez Światową Organizację Zdrowia (WHO) oraz amerykańską Agencję Ochrony Środowiska (US EPA) i wykorzystuje oficjalne wytyczne Państwowego Instytutu Zdrowia (zwanego dalej „SZU”) dotyczące oceny ryzyka zdrowotnego oraz literaturę fachową. [6, 7, 8, 9, 10].

Ocena w podsumowaniu uwzględnia następujące oddziaływania, które mogą być potencjalnie związane z realizacją planowanego przedsięwzięcia:

- oddziaływanie radiacyjne (oddziaływanie promieniowania jonizującego)
- oddziaływanie pola elektromagnetycznego
- oddziaływanie zanieczyszczenia atmosfery
- oddziaływanie hałasu
- oddziaływanie psychologiczne
- oddziaływanie społeczne i gospodarcze

W przypadku oddziaływania radiacyjnego, oddziaływania pola elektromagnetycznego, zanieczyszczenia atmosfery i hałasu przeprowadzana jest ocena ilościowa i jakościowa z wykorzystaniem procedury oceny ryzyka zdrowotnego, która składa się z czterech kolejnych kroków:

- **Identyfikacja zagrożenia** – polega na określeniu czynników podlegających ocenie, opisie ich właściwości ze szczególnym uwzględnieniem zagrożenia dla człowieka oraz warunków, w jakich może ono wystąpić.
- **Określenie zależności dawka–efekt** – w tym kroku określone są ilościowe zależności między poziomem narażenia a wielkością ryzyka. Do jednego czynnika może być przypisanych kilka skutków o różnych zależnościach dawka-efekt. Podstawowa koncepcja dzieli działające czynniki na dwie grupy. W przypadku czynników o działaniu progowym przyjmuje się, że narażenie do określonego poziomu (progu) nie wywołuje żadnego niekorzystnego skutku. Powyżej poziomu progowego nasilenie skutku rośnie wraz ze zwiększającym się poziomem narażenia. Do tej grupy zalicza się większość substancji toksycznych, a także tzw. deterministyczne skutki promieniowania jonizującego. W przypadku czynników o działaniu bezprogowym przyjmuje się określony niekorzystny skutek już od najniższych dawek. Zależność dawka-efekt nie wyraża wówczas nasilenia oddziaływania, lecz prawdopodobieństwo wystąpienia skutku zdrowotnego (skutek stochastyczny), przy czym prawdopodobieństwo to rośnie wraz z narażeniem od jego zerowego poziomu. Odpowiednie zależności są zwykle uzyskiwane z badań przy znacznie wyższych dawkach niż te, jakich można się spodziewać u populacji narażonej w warunkach normalnych. Do oceny zależności odpowiedzi od dawki (tj. prawdopodobieństwa wystąpienia skutku) w zakresie niskich dawek stosuje się zazwyczaj ekstrapolację liniową.

- **Ocena narażenia** – obejmuje jakościowe określenie kontaktu ocenianego czynnika z granicami organizmu oraz ilościowe określenie natężenia tego kontaktu. Celem jest uzyskanie informacji: jakimi drogami, w jakim stopniu i w jakiej ilości konkretna populacja jest narażona na działanie ocenianej substancji chemicznej itp.
- **Charakterystyka ryzyka** – treścią tego etapu jest wyrażenie wskaźnika ryzyka zdrowotnego narażonej populacji na podstawie wiedzy o zagrożeniu ze strony działającego czynnika oraz szacunku konkretnego poziomu narażenia. Chodzi o jakościowy i ilościowy opis oszacowanego ryzyka zdrowotnego dla badanej populacji, tj. wyszczególnienie wszystkich możliwych uszczerbków na zdrowiu u badanej populacji oraz podanie prawdopodobieństwa ich wystąpienia. Konieczne jest opisanie wszystkich warunków wyjściowych i faktów uwzględnionych w procedurze oceny ryzyka, a także wszystkich uproszczeń i niepewności, które mają tu odzwierciedlenie. W ten sposób oceniane ryzyka należy zawsze uważać za potencjalne, jednak wystarczająco prawdopodobne dla populacji na przedmiotowym obszarze.

Ze względu na charakter planowanego przedsięwzięcia i jego lokalizację, oprócz potencjalnego oddziaływania samego planowanego przedsięwzięcia na zdrowie ludzkie, oceniono również inne wspólne (skumulowane) oddziaływania innych istniejących lub przygotowywanych obiektów jądrowych w lokalizacji ETE.

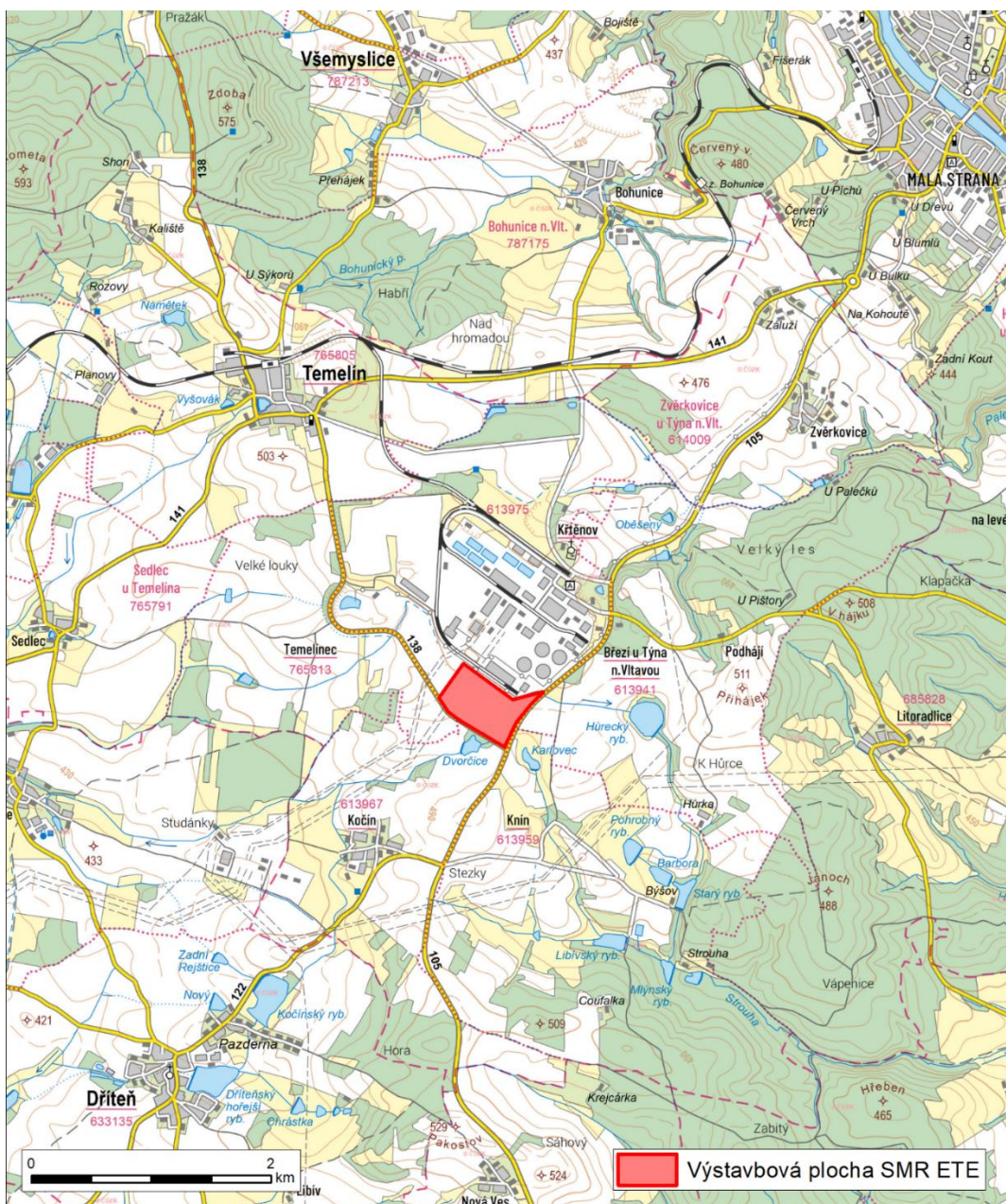
W przypadku oddziaływania pola elektromagnetycznego, ze względu na skutek progowy oraz zgodnie z odpowiednią metodyką [11] i przepisami prawnymi [12], oceny dokonano w formie screeningu, a konkretnie poprzez weryfikację spełnienia obowiązujących limitów.

W przypadku czynników psychologicznych i społeczno-gospodarczych, ze względu na charakter ich działania, oceny jakościowej dokonano na podstawie ekspertyz [4, 5].

3. CHARAKTERYSTYKA ZABUDOWY MIESZKALNEJ W OKOLICACH PLANOWANEGO PRZEDSIĘWZIĘCIA

Oceniane planowane przedsięwzięcie znajduje się w kraju południowo-czeskim, w gminie Temelín, na lewym brzegu rzeki Wełtawy. W okolicach planowanego przedsięwzięcia zabudowa mieszkalna znajduje się przede wszystkim w ramach poszczególnych części gminy Temelín. Usytuowanie planowanego przedsięwzięcia przedstawiono na obrazku 1.

Obr. 1. Położenie planowanego przedsięwzięcia względem okolicznej zabudowy



Výstavbová plocha SMR ETE

Obszar pod budowę SMR ETE

Liczba mieszkańców gminy Temelín wynosiła według SLBD (spis powszechny) 2021 łącznie 757 mieszkańców. Do gminy tej należą podstawowe jednostki osadnicze (zwane dalej „ZSJ”) Lhota pod Horami, Kaliště, Sedlec, Temelín, Temelínec, Křtěnov, Kočín, Záluží, Zvěrkovice, Březí u Týna nad Vltavou, Podhájí, Knín i Litoradlice.

Najbliższa zabudowa mieszkalna względem ocenianego planowanego przedsięwzięcia znajduje się w miejscowościach Temelín, Kočín, Litoradlice i Knín. W poniższej tabeli przedstawiono informacje o liczbie mieszkańców w najbliższych ZSJ według SLBD 2021 oraz ich położeniu względem planowanego przedsięwzięcia:

Tab. 1. Najbliższe ZSJ względem ocenianego planowanego przedsięwzięcia oraz liczby mieszkańców według SLBD 2021

ZSJ	Miejscowość	Odległość	Liczba mieszkańców ZSJ
Kočín	Temelín	1,3 km pld.-zach.	76
Knín *)	Temelín	2,3–2,7 km pld.-wsch.	4
Temelín	Temelín	2,6 km pld.-zach.	312
Litoradlice	Temelín	3 km wsch.	49
Pazderna	Dříteň	3,2 km pld.-zach.	170
Sedlec	Temelín	3,4 km zach.	51
Zvěrkovice	Temelín	3,5 km pld.-wsch.	58
Malešice	Dříteň	3,5 km pld.-zach.	124
Dříteň	Dříteň	3,8 km pld.-zach.	706

*) W ZSJ Knín chodzi o kilka pojedynczych obiektów na obszarach o lokalnych nazwach Býšov i Strouha.

Z uwagi na to, że poszczególne obszary oddziaływania budowy i eksploatacji planowanego przedsięwzięcia SMR ETE na zdrowie publiczne i populację znacząco różnią się swoim zasięgiem przestrzennym, ocena narażonej/objętej oddziaływaniem populacji została przeprowadzona indywidualnie w powiązaniu z konkretnie rozpatrywaną problematyką.

W odniesieniu do zagrożeń radiacyjnych ocenia się obszary najbardziej objęte oddziaływaniem uwolnień atmosferycznych i ciekłych (tzw. osoby reprezentatywne – patrz rozdz. 4.3). Ocena zależy m.in. od warunków meteorologicznych roku modelowego (suchy, mokry, średni):

- pod względem uwolnień atmosferycznych, w roku modelowym z sumą opadów poniżej średniej chodzi o miejscowość Dříteň usytuowaną na południowy zachód i lokalizację Kočín (część gminy Temelín) oraz miejscowość Temelín usytuowaną na zachód. W latach modelowych ze średnią i powyżej średniej sumą opadów chodzi o lokalizacje na północny wschód od miejscowości Temelín, w szczególności obszar między miejscowością Temelín a miejscowością Týn nad Vltavou, w tym lokalizację Zvěrkovice i osadę Zadní Kohout (część miasta Týn nad Vltavou), która znajduje się około 4,5 km na północny

wschód od planowanego przedsięwzięcia. Różnice wynikają w szczególności z odmiennego rozkładu kierunków przepływu powietrza w latach modelowanych.

- pod względem uwolnień ciekłych, jako najbardziej objęte oddziaływaniem zostały zidentyfikowane lokalizacje Neznašov (część miejscowości Všemyslice), Újezd (część miejscowości Albrechtice nad Vltavou) i obszar domków letniskowych Pašovice (część miejscowości Chrášťany). Lokalizacje te znajdują się przy południowej części zbiornika wodnego Orlík, około 200 m z biegiem Wełtawy od śluzy zbiornika Kořensko, a od miejsca planowanego przedsięwzięcia są oddalone o ok. 8 km w kierunku północnym.
- w przypadku wspólnego oddziaływania uwolnień atmosferycznych i ciekłych, największy wpływ zidentyfikowano w miejscowościach Chrášťany i w lokalizacji Neznašov (część miejscowości Všemyslice).

Jak widać, potencjalne oddziaływanie radiacyjne jest brane pod uwagę na obszarze miejscowości i miast Albrechtice nad Vltavou, Dříteň, Chrášťany, Temelín, Týn nad Vltavou i Všemyslice. Łączna liczba mieszkańców tych miejscowości i miast na dzień 1.01.2024 r. wynosi według [5] 13 363, z czego 7850 stanowią mieszkańcy miasta Týn nad Vltavou, populacja pozostałych miejscowości mieści się w przedziale 734 – 1699 mieszkańców.

Oddziaływanie pola elektromagnetycznego może potencjalnie objawiać się wyłącznie w bezpośrednim sąsiedztwie odpowiedniej napowietrznej i podziemnej linii elektroenergetycznej, konkretnie mowa o obrzeżnej zabudowie miejscowości Kočín.

W odniesieniu do oddziaływania zanieczyszczenia atmosfery analizowany obszar jest wyznaczony zakresem punktów obliczeniowych z wyjściowej analizy rozprzestrzeniania [3]. Chodzi o wycinek obszaru o wymiarach około 12×12 km. Większy zakres obszaru wynika w szczególności z faktu, że istotnym źródłem potencjalnego oddziaływania jest ruch samochodowy na okolicznych drogach, przy czym rozkład obciążenia imisyjnego jest modelowany na całej powierzchni wyznaczonego obszaru. Oceniany obszar sięga w kierunku północnym aż do miejscowości Všemyslice i obejmuje również miasto Týn nad Vltavou oraz miejscowości Bohunice i Záluží. Wschodnią granicę obszaru wyznacza mniej więcej bieg rzeki Wełtawy. Na wschodnim obrzeżu znajdują się na przykład miejscowości Předčice, Třitím i Hněvkovice na prawym brzegu Wełtawy. W południowej części ocenianego obszaru znajdują się między innymi miejscowości Dříteň i Jeznice. Na zachodniej granicy obszaru znajdują się osady Chvalešovice i Lhota pod horami. Częścią obszaru reprezentatywnego są także inne osady w bliskiej okolicy planowanego przedsięwzięcia, które wymieniono w tabeli 1.

Oddziaływanie psychologiczne, na podstawie badania [4], oceniono dla mieszkańców następujących miejscowości/gmin oraz ich części w okolicach ETE:

- Dříteň

- Nákří – Chvalešovice, Libív, Malešice, Nákří, Radomilice, Strachovice, Velice, Záblatí, Záblatíčko
- Temelín – Kočín, Lhota pod Horami, Litoradlice, Sedlec, Temelín, Zvěrkovice
- Týn nad Vltavou – Hněvkovice na lewym brzegu Wełtawy, Jarošovice, Koloděje nad Lužnicí, Malá Strana, Netěchovice, Nuzice, Předčice, Týn nad Vltavou, Vesce
- Všemyslice – Bohunice, Neznašov, Slavětice, Všemyslice, Všetec

W ramach tych osad oceniano grupę 550 osób reprezentatywnych.

Analiza społecznych i ekonomicznych skutków budowy i eksploatacji SMR ETE we wspólnym efekcie nowego źródła energii jądrowej NJZ ETE [5] ocenia priorytetowo oddziaływanie na obszarze do 10 km od istniejącej elektrowni. W celu uchwycenia różnic wewnątrzobszarowych, w ocenie wyróżniono obszar zaledwie kilku miejscowości w odległości do 7,5 km od elektrowni. W ramach stosownych zagadnień zatem badaniami objęto również większe miasta w odległości do 25 km. Podsumowując, chodzi o następujące miasta i miejscowości:

- miejscowości do 7,5 km – Dříteň, Temelín, Týn nad Vltavou, Všemyslice
- miejscowości w odległości 7,5–10 km – Albrechtice n. V., Bečice, Čičenice, Dívčice, Dobšice, Hluboká n. V., Horní Kněžeklady, Hosty, Chrášťany, Modrá Hůrka, Mydlovary, Nákří, Olešník, Protivín, Zahájí, Žďár, Žimutice
- miasta do 25 km – Bechyně, České Budějovice, Písek, Veselí nad Lužnicí, Vodňany

4. ODDZIAŁYWANIE PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO (ODDZIAŁYWANIE RADIACYJNE)

4.1. Identyfikacja zagrożenia

Fizyczną podstawą powstania promieniowania jonizującego jest promieniotwórczość, tj. naturalna lub sztucznie wywołana zdolność niektórych niestabilnych jąder atomowych do samoczynnej przemiany, emitując przy tym energię w postaci promieniowania (elektromagnetycznego lub korpuskularnego) i przechodząc w ten sposób w niższy energetycznie i bardziej stabilny stan. Pierwotnym zdarzeniem podczas działania promieniowania jest absorpcja ilości wypromieniowanej energii przez atom lub cząsteczkę i jej wykorzystanie do jonizacji tego samego lub innego atomu lub cząsteczki (stąd pojęcie promieniowanie jonizujące). Wynikiem jest powstanie wolnych elektronów i naładowanych jonów. Naładowane jony charakteryzują się niestabilnością i wyższą reaktywnością, a przy interakcji z innymi substancjami mogą wywoływać w nich zmiany chemiczne lub elektrostatyczne. Może to mieć poważne konsekwencje w komórkach żywych tkanek, w których produkcja jonów i wolnych rodników narusza wiązania chemiczne i tym samym uszkadza komórki.

Podstawową wielkością napromieniowania jest *dawka pochłonięta*. Jest ona zdefiniowana jako stosunek energii pochłoniętej przez promieniowanie do masy materii, w której energia ta została pochłonięta. Jednostką dawki pochłoniętej jest gray (Gy), wymiarowo J/kg. Reakcja żywych tkanek narażonych na różne rodzaje promieniowania nie jest bezpośrednio proporcjonalna do dawki fizycznej – skutek zależy od rodzaju promieniowania (α , β , γ , neutronowe)¹, czyli od energii, masy i ładunku cząstek, względnie fotonów. Gęsto jonizujące promieniowanie korpuskularne przy tej samej dawce pochłoniętej wywołuje znacznie silniejsze skutki niż promieniowanie rzadko jonizujące.

Różnice we względnej skuteczności biologicznej poszczególnych rodzajów promieniowania są wyrażane za pomocą tzw. *współczynnika jakości*. Za jego pomocą jest następnie określany *równoważnik dawki* (dla punktu tkanki), który sprowadza skuteczność biologiczną promieniowania różnych radionuklidów do wspólnego mianownika i umożliwia pod tym względem ich porównywanie, względnie *dawka równoważna* (dla całego narządu lub tkanki). Jednostką równoważnika dawki i dawki równoważnej jest sievert (Sv), wymiarowo ponownie J/kg. Jak wspomniano wyżej, różne narządy lub tkanki ciała ludzkiego mają różną podatność na wywołanie skutków zdrowotnych w wyniku napromieniowania. Dawka równoważna nie mówi zatem nic o tym, jakie ogólne ryzyko może powstać w wyniku napromieniowania. Z tego powodu

¹ Promieniowanie α (alfa) jest tworzone przez strumień cząstek alfa, składających się z dwóch protonów i dwóch neutronów (jądro helu, He^{2+}). Promieniowanie β (beta) jest tworzone przez strumień elektronów (β^-) lub pozytonów (β^+). Promieniowanie γ (gamma) jest tworzone przez falę elektromagnetyczną (fotony). Promieniowanie neutronowe jest tworzone przez strumień neutronów (n, względnie n^0).

do oceny włączono tzw. *współczynnik wagowy tkanki*, wyrażający wrażliwość poszczególnych narządów na napromieniowanie, przy czym suma wszystkich współczynników wagowych dla wszystkich narządów całego ciała wynosi jeden. Do obliczenia ryzyka stosowana jest następnie wielkość *dawka skuteczna*. Jest ona zdefiniowana jako ważona suma dawek równoważnych dla wszystkich napromieniowanych tkanek i narządów. Jednostką dawki skutecznej jest ponownie sievert (Sv). W przypadku równomiernego napromieniowania całego ciała określonym rodzajem promieniowania, dawka skuteczna jest równa dawce równoważnej.

Łączna otrzymana dawka skuteczna stanowi całkę czasową jej mocy w określonym przedziale czasu (np. roczna dawka skuteczna Sv/rok itp.); w przypadku całozyciowego narażenia, życie okres ten przyjmuje się zazwyczaj jako 50 lat dla dorosłych oraz 70 lat w przypadku dzieci [15].

Niekorzystne skutki promieniowania jonizującego dla człowieka dzielone są na dwie grupy:

1) Skutki deterministyczne charakteryzują się bezpośrednim uszkodzeniem tkanek i występują po wysokich dawkach napromieniowania. Według Państwowego Urzędu Bezpieczeństwa Jądrowego (zwanego dalej „SÚJB”) [14] chodzi o skutki, do których dochodzi w wyniku śmierci części napromieniowanej populacji komórkowej, ich ciężkość wzrasta wraz z dawką od określonego progu dawki (poniżej którego skutek się nie ujawni) i mają charakterystyczny obraz kliniczny. Do grupy tej należy w szczególności ostra choroba popromienna, ostre uszkodzenie skóry (popromienne zapalenie skóry), upośledzenie płodności po napromieniowaniu gonad, natomiast ze skutków późnych – przewlekłe zapalenie skóry oraz zaćma.

2) Skutki stochastyczne charakteryzują się powstawaniem nowotworów złośliwych oraz uszkodzeń dziedzicznych. Według SÚJB [14] obraz kliniczny tych skutków nie jest typowy i nie różni się od przypadków powstałych „samoistnie”. Mogą się one ujawniać nie tylko w przypadku wysokich, lecz także niskich dawek napromieniowania. Są to skutki wywołane zmianami w informacji genetycznej komórki (mutacjami) i zakłada się dla nich bezprogową oraz liniowo rosnącą zależność między dawką a skutkiem. W tym przypadku wraz z dawką nie rośnie ciężkość uszkodzenia, lecz prawdopodobieństwo powstania nowotworów złośliwych i uszkodzeń dziedzicznych. Jeśli jednak skutek już wystąpi, ma on taką samą ciężkość kliniczną bez względu na wielkość dawki, która była jego przyczyną.

Proces powstawania choroby nowotworowej ma według SÚJB [14] charakter wieloskładnikowy. Jednym ze składników jest istnienie komórek niosących zmodyfikowaną (zmutowaną) informację i przenoszących tę atypię na swoje potomstwo (niestabilność genomowa, powstanie fenotypu niestabilnego genetycznie), drugim składnikiem jest zestaw warunków, które działają przeciwko dążeniu do eliminacji komórek atypowych lub hamowania ich wzrostu. W obu składnikach bierze udział szereg

czynników, w tym promieniowanie jonizujące, które zgodnie z aktualną wiedzą może działać na różnych etapach procesu rozwoju raka. Założenie, że nowotwory złośliwe są wywoływane również przez małe dawki promieniowania jonizującego, opiera się na szeregu obserwacji, wśród których szczególne znaczenie ma badanie osób ocalałych z ataków atomowych w Hiroszimie i Nagasaki, obserwacje pacjentów leczonych promieniowaniem rentgenowskim oraz analiza przyczyn zgonów amerykańskich radiologów narażonych w latach 1900–1950. Różne narządy, względnie tkanki, ludzkiego ciała charakteryzują się różną promieniowrażliwością pod względem prawdopodobieństwa wystąpienia skutków zdrowotnych. Do najbardziej wrażliwych narządów należą szpik kostny, żołądek, jelito grube i płuca oraz gruczoł sutkowy u kobiet [13, 14].

Ze względu na charakter planowanego przedsięwzięcia oraz bardzo niskie dawki potencjalnego napromieniowania, które są potencjalnie związane z jego realizacją (w tym ze skumulowanym oddziaływaniem), analiza ilościowa w przedstawianej ocenie została przeprowadzona dla skutków stochastycznych promieniowania jonizującego. Do skutków deterministycznych z całą pewnością nie będzie dochodzić.

Skutki stochastyczne są opóźnione w czasie, ujawniają się dopiero po określonym, często wieloletnim okresie. Według SÚJB [14] okres latencji dla białaczki wynosi 5–20 lat, a w przypadku nowotworów płuc 10–40 lat.

Istotną grupę skutków późnych stanowią zmiany genetyczne u potomstwa osób napromieniowanych. Za zmiany genetyczne odpowiada tzw. mutacja gametyczna w jądrze komórek rozrodczych (komórki jajowe, plemniki) gonad. Zmutowany gen ma zdolność replikacji podczas podziału komórki, tak więc mutacja jest przekazywana kolejnym pokoleniom. W następstwie niekorzystnego składu genetycznego może dojść do wczesnego obumarcia płodu lub przedwczesnego porodu (poronienia), ewentualnie do zgonu noworodka z ciężką wadą wrodzoną krótko po porodzie.

Dowody na ryzyko promieniowania w odniesieniu do powstawania raka przynoszą według Międzynarodowej Komisji Ochrony Radiologicznej (zwanej dalej „ICRP”) [15] badania epidemiologiczne i eksperymentalne, przy czym istnieje niepewność przy dawkach około 100 mSv lub niższych. W przypadku chorób dziedzicznych nie ma dla człowieka żadnego bezpośredniego dowodu na istnienie takiego ryzyka radiacyjnego, niemniej jednak badania eksperymentalne przekonująco przemawiają za włączeniem takich ryzyk dla przyszłych pokoleń do systemu ochrony.

Z wiedzy na temat skutków stochastycznych promieniowania jonizującego na człowieka wyprowadzone są również stosowane limity określone w rozporządzeniu SÚJB nr 422/2016 Dz.U., o ochronie radiologicznej i zabezpieczeniu źródła radionuklidowego [18], które uwzględnia zalecenia ICRP [15] oraz inne przepisy międzynarodowe (w szczególności dyrektywę 2013/59/Euratom). Zgodnie z § 3 wspomnianego rozporządzenia ogólny roczny limit dla ludności ze wszystkich

dozwolonych lub zarejestrowanych działalności dla sumy dawek skutecznych z napromieniowania zewnętrznego i wewnętrznego wynosi 1 mSv. Dla dawki równoważnej w soczewce oka limit ten wynosi 15 mSv, a dla średniej dawki równoważnej na 1 cm² skóry 50 mSv (bez względu na rozmiar napromieniowanej powierzchni).

Z istoty konstrukcji (jakiegokolwiek) limitu można stwierdzić, że wymienione limity stanowią wartości, przy których przestrzeganiu narażona populacja jest chroniona w sposób akceptowalny społecznie. Jednakże, jak już wspomniano, przy założeniu bezprogowego działania skutków nie da się określić poziomów, które zapewniłyby całkowitą nieszkodliwość promieniowania (zerowe ryzyko). Dlatego też w ramach wartości poniżej limitu przeprowadzana jest ocena w celu ograniczenia dawek do najniższego racjonalnie osiągalnego poziomu. Wynikiem powinno być zapewnienie na tyle niskiego prawdopodobieństwa wystąpienia skutków, jakie można praktycznie osiągnąć i jednocześnie zaakceptować pod względem zdrowotnym i społecznym. W przypadku działania czynników o bezprogowym skutku za najsurowsze kryterium akceptowalnego ryzyka standardowo przyjmuje się poziom 1×10^{-6} dla indywidualnego oddziaływania ocenianego planowanego przedsięwzięcia (tj. 1 przypadek uszczerbku na zdrowiu na 1 milion narażonych mieszkańców), względnie rząd wielkości 10^{-6} dla wspólnego oddziaływania większej liczby źródeł. W wielu przypadkach stosuje się jednak mniej rygorystyczne kryteria (nawet do 1×10^{-4}).

4.2. Określenie zależności dawka-efekt

System ochrony radiologicznej opiera się na powszechnie przyjmowanym założeniu, że przy małych dawkach napromieniowania wzrost dawki wywołuje wprost proporcjonalny przyrost prawdopodobieństwa wystąpienia chorób nowotworowych lub skutków dziedzicznych wywołanych przez promieniowanie. Podejście to, powszechnie znane jako „*liniowy bezprogowy model dawka-odpowiedź*”, jest konserwatywne (czyli raczej przeszacowuje ryzyko).

Na potrzeby oceny skutków zdrowotnych niskich dawek promieniowania Komisja ICRP² opracowała i w raporcie nr 103 [15] opublikowała współczynniki do szacowania tzw. uszczerbku na zdrowiu. Za uszczerbek na zdrowiu uważa się „ogólne uszkodzenie zdrowia, do którego doszło w narażonej populacji i u jej potomstwa w wyniku zbiorowego narażenia na źródło promieniowania”. Jest to pojęcie wielowymiarowe, którego podstawowymi komponentami są następujące stochastyczne wielkości: prawdopodobieństwo wywołania nowotworu złośliwego ze skutkiem

² ICRP (International Commission on Radiological Protection) to niezależna organizacja pozarządowa, założona w 1928 roku. Systematycznie przetwarza ona nową wiedzę naukową z dziedziny radiologii i wykorzystuje ją do aktualizacji zaleceń profilaktycznych w celu ochrony przed ryzykiem związanym z promieniowaniem jonizującym (zarówno sztucznym, jak i naturalnym). Zrzesza najwybitniejszych światowych ekspertów w tej dziedzinie i cieszy się pod tym względem wysokim autorytetem międzynarodowym. Wszystkie międzynarodowe standardy oraz krajowe działania regulacyjne w dziedzinie ochrony radiologicznej opierają się na zaleceniach ICRP.

śmiertelnym, ważne prawdopodobieństwo wywołania nowotworu uleczalnego, ważne prawdopodobieństwo ciężkich konsekwencji dziedzicznych oraz skrócenie życia w wyniku uszkodzenia. ICRP zalicza tu również uszkodzenia dziedziczne, przenoszone na potomstwo, których wprowadzić nie udowodniono u człowieka, jednak u zwierząt doświadczalnych istnieją w tym zakresie przekonujące dowody.

Do oceny skutków stochastycznych promieniowania jonizującego zastosowano zatem w niniejszej ocenie najlepiej opracowane, uzasadnione naukowo i konserwatywne procedury szacowania ryzyka, opracowane przez ICRP. Zastosowane współczynniki do szacowania uszczerbku na zdrowiu przedstawiono w poniższej tabeli.

Tab. 2. Nominalne współczynniki ryzyka do szacowania uszczerbku na zdrowiu dla skutków stochastycznych niskich dawek promieniowania [15]

Narażona populacja	Współczynnik ryzyka [10^{-2} Sv^{-1}]		
	Nowotwory	Efekty dziedziczne	Łącznie
Populacja łącznie	5,5	0,2	5,7
Dorośli	4,1	0,1	4,2

Uwaga: Współczynnik ryzyka ma charakter probabilistyczny, przy czym wartość współczynnika ryzyka w jednostkach 10^{-2} Sv^{-1} oznacza prawdopodobną liczbę przypadków uszczerbku na zdrowiu na 100 osób narażonych na indywidualną dawkę skuteczną 1 Sv.

Łączny nominalny współczynnik ryzyka, odniesiony do łącznego uszczerbku w przypadku skutków stochastycznych dla narażenia na promieniowanie o małej mocy dawki, wynosi zatem $5,7 \cdot 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$. Ze względu na to, że w analizach epidemiologicznych trudno jest wykryć małe ryzyko, specyficzne dla dawki szacunki ryzyka we wspomnianym raporcie ICRP ustalono przeważnie na podstawie dawek ostrych wynoszących 200 mSv i wyższych. Niemniej jednak wiele bardziej problematycznych kwestii w ochronie radiologicznej obejmuje narażenia stałe lub frakcjonowane z jednorazowymi frakcjami o wielkości kilku mSv lub mniejszymi. Badania eksperymentalne skłaniają się ku wnioskowi, że dawki frakcjonowane lub protrahowane są związane z mniejszym ryzykiem, co sugeruje, że specyficzne dla dawki szacunki pochodzące z wysokich dawek przy narażeniu ostrym powinny być w przypadku zastosowań przy niskich dawkach ciągłych lub frakcjonowanych dzielone przez współczynnik skuteczności dawki i mocy dawki (DDREF – dose and dose-rate effectiveness factor). Odzwierciedla on niższą skuteczność biologiczną przy napromieniowaniu niskimi dawkami i niskimi mocami dawek w porównaniu z napromieniowaniem wysokimi dawkami i wysokimi mocami dawek. Komisja ICRP uważa, że przyjęcie liniowego bezprogowego modelu w połączeniu z dobrze ocenioną wartością DDREF stanowi rozsądną podstawę do praktycznych celów ochrony radiologicznej, tj. do zarządzania ryzykiem narażenia radiacyjnego w obszarze niskich dawek.

Dla indukcji mutacji genowych i chromosomowych wartości DDREF zazwyczaj

mieszczą się w przedziale 2–4. Komisja ICRP, biorąc pod uwagę wszystkie dane wyjściowe, zaleca dla ryzyka raka dla małych mocy dawek stosowanie do celów ogólnych w ochronie radiologicznej wartości $DDREF = 2$ (dotyczy ogółu wszystkich nowotworów). Analiza wyjściowa [1] zakłada jednak wartość $DDREF = 1$, a mianowicie ze względu na nawiązanie do poprzedniej oceny oddziaływania na zdrowie publiczne dla planowanych przedsięwzięć w lokalizacji Elektrowni Jądrowej Temelín [20, 21] oraz potrzebę porównywalności wyników oceny. Mając na uwadze konieczną kompatybilność z analizą [1] wyjściową, również w przedstawianej ocenie przyjmuje się wartość $DDREF = 1$. Podejście to jest więc zdecydowanie na korzyść bezpieczeństwa, ponieważ zakłada dwukrotnie wyższą wartość skutków promieniowania w porównaniu z aktualnym zaleceniem ICRP.

Łącznie do szacowania skutków zdrowotnych niskich dawek promieniowania zastosowano zatem współczynnik ryzyka $5,7 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$. Jak widać, przy uwzględnieniu tego współczynnika ryzyka, wartości 1 mSv (ogólny roczny limit dla ludności ze wszystkich dozwolonych lub zarejestrowanych działalności dla sumy dawek skutecznych z napromieniowania zewnętrznego i wewnętrznego) odpowiada ryzyko na poziomie $5,7 \times 10^{-5}$, tj. 1 przypadek na ok. 17,5 tysiąca mieszkańców.

4.3. Ocena narażenia

Ocena oddziaływania promieniowania na ludność i zdrowie publiczne wywołanego realizacją SMR ETE wynika z dokumentu „Ocena oddziaływania radiacyjnego eksploatacji elektrowni jądrowej SMR ETE” [1], który opracował doc. Ing. František Podzimek, CSc. (České vysoké učení technické v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství, Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva / Politechnika Czeska w Pradze, Wydział Inżynierii Biomedycznej, Katedra Kierunków Medycznych i Ochrony Ludności). Oceniane jest zarówno samodzielne oddziaływanie planowanego przedsięwzięcia SMR ETE, jak też skumulowane obciążenie, wywołane eksploatacją istniejącej elektrowni (ETE1,2) oraz innych planowanych przedsięwzięć na obszarze (patrz niżej). Materiałem wyjściowym do oceny narażenia w przypadku SMR ETE są analizy spółki ABmerit[19], natomiast w przypadku źródeł skumulowanych chodzi o analizy dla nowego źródła energii jądrowej w lokalizacji Temelín z 2010 r. [20] oraz dla dokończenia budowy przechowalnika wypalonego paliwa jądrowego (zwanego dalej „SVJP”) z 2024 r. [21].

Obliczenie radiologicznych skutków eksploatacji SMR ETE określa indywidualne dawki skuteczne oraz 50-letnie (dorośli), względnie 70-letnie (dzieci), obciążenia indywidualnymi dawkami skutecznymi. Oceniana jest duża liczba radionuklidów w potencjalnym uwolnieniu oraz wszystkie potencjalne drogi napromieniowania. W przypadku uwolnień do atmosfery chodzi o inhalację, spożycie (np. płodów rolnych ze zdeponowanymi radionuklidami), napromieniowanie zewnętrzne od depozytu oraz napromieniowanie zewnętrzne od chmury. W przypadku

uwolnień do hydrosfery chodzi o spożycie wody pitnej, nawadnianie, pojenie zwierząt i mięso ryb, a także napromieniowanie zewnętrzne podczas pływania, pływania łodzią i przebywania na brzegu. Następnie określone są sumaryczne dawki skuteczne oraz obciążenia dawką skuteczną dla uwolnień do atmosfery, do hydrosfery oraz suma dla wszystkich dróg dla danej kategorii wiekowej.

Ocena, zgodnie z ustawą nr 263/2016 Dz.U., Prawo atomowe, z późniejszymi zmianami [17], została przeprowadzona dla osoby reprezentatywnej, zdefiniowanej jako „osobnik spośród ludności reprezentujący modelową grupę osób fizycznych, które są najbardziej napromieniane z danego źródła i daną drogą”. Charakterystyki określonych osób reprezentatywnych zostały przedstawione niżej, w ramach opisu narażenia.

Obliczenia przeprowadzono dla trzech scenariuszy o odmiennych warunkach meteorologicznych. Na podstawie danych meteorologicznych i hydrologicznych jako reprezentatywne wybrano:

- rok 2018 jako rok suchy o niższym przepływie wody w Weławie w przekroju Kořensko
- rok 2023 jako rok średni z wartościami odpowiadającymi długotrwałej średniej rocznej w przekroju Kořensko
- rok 2024 jako rok mokry

4.3.1. Obciążenie radiacyjne z eksploatacji SMR ETE

W analizie wyjściowej spółki ABmerit [19] na podstawie przeprowadzonych obliczeń określono w okolicach SMR ETE lokalizacje mieszkalne, w których występują najwyższe dawki skuteczne dla osoby reprezentatywnej:

- w przypadku uwolnień do atmosfery chodzi o lokalizacje Kočín, Litoradlice i Zvěrkovice
- w przypadku uwolnień ciekłych chodzi natomiast o lokalizacje Neznašov, Újezd i domki letniskowe (chaty) Pašovice

Określono również grupy wiekowe ludności, w których odnotowano występowanie maksymalnych wartości rocznych dawek skutecznych. W przypadku uwolnień do atmosfery są to grupy w wieku 6–15 lat, ewentualnie powyżej 16 lat, a w przypadku uwolnień do hydrosfery najbardziej narażone na oddziaływanie są płody ludzkie oraz dzieci w wieku 0–5 lat.

Z wykonanych obliczeń wynika, że najwyższa wartość łącznej rocznej dawki skutecznej, wliczając obciążenie dawką skuteczną dla osoby reprezentatywnej, w przypadku uwolnień promieniotwórczych do atmosfery występuje w lokalizacji Zvěrkovice w grupie wiekowej 6–15 lat przy uwzględnieniu meteorologicznie średniego roku 2023, gdzie wynosi **0,18 μ Sv/rok**.

Oddziaływanie radiacyjne uwolnień do hydrosfery najsilniej objawia się wówczas w lokalizacjach Újezd i domki letniskowe Pašovice w przypadku płodu

ludzkiego przy uwzględnieniu roku suchego 2018, gdzie wynosi **0,28 $\mu\text{Sv/rok}$** . W przypadku uwolnień do hydrosfery sytuacja meteorologiczna odgrywa istotną rolę, ponieważ wartości dawki skutecznej w roku średnim lub mokrym, kiedy stan wody na rzece Wełtawie jest wyższy, osiągają jedynie prawie połowę wartości w porównaniu z rokiem suchym 2018.

W przypadku wspólnej oceny oddziaływania uwolnień do atmosfery i cieków wodnych najwyższe wartości dawki skutecznej są obserwowane dla osoby reprezentatywnej o następujących charakterystykach: płód lub dziecko w wieku 0–5 lat, zamieszkujące w obr. ewid. miejscowości Chrášťany lub Všemyslice ewentualnie lokalizacji Neznašov, przy założeniu roku suchego 2018. W tym przypadku została obliczona wartość dawki skutecznej **0,3 $\mu\text{Sv/rok}$** .

Dane dotyczące obciążenia radiacyjnego z poszczególnych uwolnień SMR ETE podsumowuje następująca tabela.

Tab. 3 Identyfikacja osoby reprezentatywnej i dawka sumaryczna dla osoby reprezentatywnej w wyniku eksploatacji SMR ETE [1]

Rok	Rok 2018	Rok 2023	Rok 2024
	Rok suchy	Rok średni	Rok mokry
Oddziaływanie uwolnień do atmosfery			
Lokalizacja (zamieszkała) o najwyższej dawce skutecznej [Sv] dla osoby reprezentatywnej			
Opis lokalizacji	Obręb ewidencyjny miejscowości Dříteň, Temelín, Lokalizacja Kočín	Obręb ewidencyjny miejscowości Temelín, Týn nad Vltavou, lokalizacja Zvěrkovice, Zadní kohout	Obręb ewidencyjny miejscowości Temelín, Týn nad Vltavou, lokalizacja Zvěrkovice, Zadní kohout
Dawka skuteczna	1.4×10^{-7}	1.8×10^{-7}	1.6×10^{-7}
Grupa wiekowa	16 lat i więcej	16 lat i więcej	6–15 lat, 16 lat i więcej
Oddziaływanie uwolnień do Wełtawy			
Lokalizacja (zamieszkała) o najwyższej dawce skutecznej [Sv] dla osoby reprezentatywnej			
Opis lokalizacji	Obręb ewidencyjny miejscowości Albrechtice, Chrášťany, lokalizacja Újezd i lokalizacja domki letniskowe Pašovice	Obręb ewidencyjny miejscowości Albrechtice, Chrášťany, lokalizacja Újezd	Obręb ewidencyjny miejscowości Albrechtice, Chrášťany, lokalizacja Újezd
Dawka skuteczna	2.8×10^{-7}	1.5×10^{-7}	1.3×10^{-7}
Grupa wiekowa	Dziecko 0–5 lat 6–15 lat	Dziecko 0–5 lat 6–15 lat	Dziecko 0–5 lat
Wspólny wpływ uwolnień do atmosfery i uwolnień do Wełtawy (wynikowa osoba reprezentatywna)			
Lokalizacja (zamieszkała) o najwyższej dawce skutecznej [Sv] dla osoby reprezentatywnej			
Opis lokalizacji	Obręb ewidencyjny miejscowości Chrášťany, Všemyslice, lokalizacja Neznašov	Obręb ewidencyjny miejscowości Temelín, Týn nad Vltavou, lokalizacja Zvěrkovice, Zadní kohout	Obręb ewidencyjny miejscowości Temelín, Týn nad Vltavou, lokalizacja Zvěrkovice, Zadní kohout

Dawka skuteczna	3.0×10^{-7}	1.8×10^{-7}	1.6×10^{-7}
Grupa wiekowa	Plód, Dziecko 0–5 lat	16 lat i więcej	6–15 lat, 16 lat i więcej

Na podstawie obliczonych wartości maksymalnych rocznych dawek skutecznych możliwe jest, przy użyciu modelu konserwatywnego, obliczenie łącznego obciążenia radiacyjnego dla różnych czasów przebywania na przedmiotowym obszarze, a następnie określenie łącznej wartości uszczerbku na zdrowiu. Obliczenia obciążenia promieniowaniem przeprowadzono przy zastosowaniu konserwatywnego podejścia (na korzyść bezpieczeństwa), a mianowicie jako iloczyn maksymalnej dawki dla wszystkich kategorii wiekowych i czasu ekspozycji w ciągu całego życia, tj. bez uwzględnienia podziału osób narażonych według wieku. W przypadku całozyciowego narażenia osoby reprezentatywnej na uwolnienia z SMR ETE, zdefiniowanym jako czas trwania 50 lat dla dorosłych i 70 lat dla dzieci, obciążenie radiacyjne za cały czas przebywania będzie przyjmować następujące wartości:

- w przypadku uwolnień do atmosfery będzie wynosić 9 μSv dla dorosłych oraz 12,6 μSv dla dzieci
- w przypadku uwolnień do hydrosfery będzie to maksymalnie 14 μSv dla dorosłych i 19,6 μSv dla dzieci
- w przypadku wspólnego oddziaływania uwolnień do atmosfery i hydrosfery będzie to najwyżej 15 μSv dla dorosłych i 21 μSv dla dzieci

4.3.2. Obciążenie radiacyjne z wszystkich istniejących i planowanych zakładów na terenie ETE

W celu określenia skumulowanego oddziaływania eksploatacji Elektrowni Jądrowej Temelín, oprócz SMR ETE, uwzględniono również następujące źródła:

- istniejąca eksploatacja Elektrowni Temelín (ETE1,2)
- Nowe Źródło Energii Jądrowej ETE (NJZ ETE) – kolejne 2 nowe bloki o mocy elektrycznej do $2 \times 1700 \text{ MW}_e$
- zwiększenie pojemności przechowalni wypalonego paliwa jądrowego (SVJP) w lokalizacji ETE z 96 do 152 zestawów opakowaniowych

Na potrzeby analizy wspólnego oddziaływania eksploatacji ETE1,2, SVJP, SMR ETE i NJZ ETE, przedmiotowy obszar dla uwolnień do atmosfery został określony tak samo jak w przypadku SMR ETE, tj. w lokalizacjach Kočín, Zvěrkovice i Litoradlice. W przypadku analizy ETE1,2 i NJZ ETE dla uwolnień do atmosfery zostały obliczone wartości dawek skutecznych dla odległości 2333 i 3333 m (zgodnie z położeniem pobliskich miejscowości). W przypadku SVJP wartości dawek skutecznych z uwolnień atmosferycznych określono dla odległości 1600 m, odpowiadającej odległości miejscowości Kočín. Podobnie do oceny oddziaływania uwolnień do hydrosfery wybrano lokalizacje Neznašov, Újezd i domki letniskowe Pašovice.

Oceny oddziaływania uwolnień atmosferycznych poszczególnych obiektów lub planowanych przedsięwzięć dokonano przy użyciu odmiennych kategoryzacji populacji według wieku, co wynika z różnicy między wcześniej i obecnie obowiązującymi przepisami prawnymi. Dlatego przy porównaniu wartości śledzono pokrywanie się danych grup wiekowych, a w przypadku ETE1,2 i NJZ ETE konserwatywnie wybrano największą wartość rocznej dawki skutecznej, by zapobiec ewentualnemu niedoszacowaniu obliczeń. Podczas obliczania dawek skutecznych od uwolnień do hydrosfery w przypadku SMR ETE uwzględniono trzy scenariusze meteorologiczne, jednak podczas obliczeń ETE1,2 i NJZ ETE uwzględniono wyłącznie rok średni. Z tego powodu skumulowana roczna dawka skuteczna została określona wyłącznie dla roku średniego 2023.

Aby określić skumulowane maksymalne roczne dawki skuteczne dla osoby reprezentatywnej, zsumowano następnie wartości napromieniowania ludności z poszczególnych obiektów. W rzeczywistości jednak maksymalne wartości będą niższe ze względu na odmienne kierunki oddziaływania radiacyjnego poszczególnych obiektów, obliczenia są zatem na korzyść bezpieczeństwa.

Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że:

- w przypadku uwolnień atmosferycznych, maksymalna skumulowana roczna dawka skuteczna, wliczając obciążenie dawką skuteczną dla osoby reprezentatywnej, będzie osiągać wartość **2,05 $\mu\text{Sv}/\text{rok}$** , a mianowicie w lokalizacji Kočín, w przypadku dzieci w wieku 0–5 lat, przy założeniu roku suchego 2018
- w przypadku uwolnień do hydrosfery maksymalna skumulowana roczna dawka skuteczna jest odnotowana dla osoby reprezentatywnej z grupy płód lub dzieci 0–5 lat, zamieszkujące w lokalizacjach Újezd i domki letniskowe Pašovice, przy roku średnim 2023. Jej wartość może osiągać do **3,89 $\mu\text{Sv}/\text{rok}$** . Mając na uwadze położenie tych lokalizacji, w przypadku osób reprezentatywnych w żaden sposób nie objawi się wkład SVJP.
- w przypadku wspólnej oceny oddziaływania radiacyjnego uwolnień atmosferycznych i do hydrosfery ETE1,2, NJZ ETE i SMR ETE, maksymalna wartość rocznej dawki skutecznej, wliczając obciążenie dawką skuteczną dla osoby reprezentatywnej, wynosi w lokalizacji domki letniskowe Pašovice **4,33 $\mu\text{Sv}/\text{rok}$**

Na podstawie obliczonych wartości maksymalnych rocznych dawek skutecznych możliwe jest, przy użyciu modelu konserwatywnego, obliczenie łącznego obciążenia radiacyjnego dla różnych okresów przebywania na przedmiotowym obszarze, a następnie określenie łącznej wartości uszczerbku na zdrowiu. W przypadku całozyciowego narażenia osoby reprezentatywnej na uwolnienia z SMR ETE, ETE1,2, SVJP i NJZ ETE, zdefiniowanego jako czas trwania 50 lat dla dorosłych i 70 lat dla dzieci, obciążenie radiacyjne za cały okres przebywania będzie przyjmować następujące wartości:

- w przypadku uwolnień do atmosfery będzie w lokalizacji Kočín wynosić 103 μSv dla dorosłych oraz 144 μSv dla dzieci
- w przypadku uwolnień do hydrosfery w lokalizacjach Újezd i domki letniskowe Pašovice będzie to maksymalnie 195 μSv dla dorosłych i 272 μSv dla dzieci
- w przypadku wspólnego oddziaływania uwolnień do atmosfery i hydrosfery w lokalizacji domki letniskowe Pašovice będzie to najwyżej 217 μSv dla dorosłych i 303 μSv dla dzieci

4.3.3. Obciążenie radiacyjne ze źródeł naturalnych

Dla porównania można też podać obciążenie radiacyjne z naturalnych źródeł, które jest również udokumentowane w analizie wyjściowej [1]. Oddzielnie podano dane dotyczące napromieniowania zewnętrznego z naturalnych źródeł oraz skażenie wewnętrzne, związane w szczególności z inhalacją radonu i jego produktów pochodnych.

Podstawowym źródłem dla napromieniowania zewnętrznego są dane z Monitoringu Sytuacji Radiacyjnej na Terytorium Republiki Czeskiej (MonRaS) (Ogólnokrajowego Systemu Monitorowania Sytuacji Radiacyjnej), który jest zapewniany przede wszystkim za pośrednictwem ogólnokrajowej Sieci Monitoringu Radiacyjnego – sieci wczesnego ostrzegania i sieci pomiarów integralnych. Średnia moc przestrzennego równoważnika dawki w lokalizacji Temelín w 2025 roku wynosiła 132 nSv/godz., co odpowiada średniej rocznej dawce skutecznej z tła naturalnego na jednego mieszkańca w wysokości 1,16 mSv rocznie.

Dane dotyczące obciążenia ze skażenia wewnętrznego są ustalane na podstawie indeksu radonowego. Lokalizacja Temelín znajduje się na obszarze o średniej wartości indeksu radonowego, dla którego średnie obciążenie od radonu i jego produktów rozpadu wynosi około 4,47 mSv rocznie. Na podstawie inhalacji i spożycia pozostałych radionuklidów lądowych, poza Rn, można oszacować średnią roczną dawkę skuteczną dla jednego mieszkańca w wysokości 0,3 mSv. Łączne szacowane roczne obciążenie radiacyjne ze źródeł naturalnych w lokalizacji Temelín wynosi zatem około 5,93 mSv rocznie. Jak widać, poziom narażenia na źródła naturalne jest ponad tysiąc razy wyższy w porównaniu z sumarycznym narażeniem na obliczone istniejące i planowane źródła w lokalizacji Temelín.

4.4. Charakterystyka ryzyka

Wskaźnik ryzyka zdrowotnego jest zgodnie z ICRP [15] wyrażony za pomocą tzw. uszczerbku na zdrowiu, który wyraża prawdopodobieństwo wystąpienia choroby nowotworowej przy danym narażeniu. Określa się go jako iloczyn łącznego obciążenia radiacyjnego, nominalnych współczynników ryzyka oraz współczynnika skuteczności dawki i mocy dawki DDREF.

W ramach przedstawianej oceny, do oszacowania uszczerbku na zdrowiu w

odniesieniu do skutków stochastycznych niskich dawek promieniowania zastosowano współczynniki ryzyka według tab. 2 oraz współczynnik skuteczności dawki i mocy dawki $DDREF = 1$ (jest to podejście znacznie konserwatywne, patrz komentarz w rozdz. 4.2). Ze względu na to, że we wszystkich przypadkach wyższe obciążenie radiacyjne obliczono dla dzieci (a zatem dla czasu trwania narażenia 70 lat), współczynnik ryzyka uwzględniono w wysokości $5,7 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$.

Obu obliczeń dokonano w sposób wyraźnie konserwatywny (na korzyść bezpieczeństwa). Przede wszystkim zastosowano wartość $DDREF = 1$ zamiast wartości $DDREF = 2$ zalecanej przez ICRP, a zatem dwukrotnie wyższy współczynnik ryzyka w porównaniu z aktualnym zaleceniem ICRP. Również pozostałe procedury były na korzyść bezpieczeństwa – chodzi o uwzględnienie najmniej korzystnej kombinacji warunków meteorologicznych, najwyższej liczby potencjalnie narażonych osób, kombinacji wszystkich potencjalnych dróg napromieniowania oraz wspólnego oddziaływania wszystkich źródeł przez okres 70 lat.

Wynikowe wartości uszczerbku na zdrowiu w odniesieniu do oddziaływania SMR ETE podano w następującej tabeli.

Tab. 4 Obliczenie łącznego uszczerbku na zdrowiu – oddziaływanie planowanego przedsięwzięcia SMR ETE

Źródło	Lokalizacje	Roczna dawka skuteczna [Sv]	Całociowe obciążenie radiacyjne [Sv]	Łączny uszczerbek na zdrowiu
Uwolnienia do atmosfery	Obręb ewidencyjny miejscowości Temelín, Týn nad Vltavou, lokalizacja Zvěrkovice, Zadní kohout	$1,8 \times 10^{-7}$	$12,6 \times 10^{-6}$	$7,18 \times 10^{-7}$
Uwolnienia do Węławy	Obręb ewidencyjny miejscowości Albrechtice, Chrástany, lokalizacje Újezd i domki letniskowe Pašovice	$2,8 \times 10^{-7}$	$19,6 \times 10^{-6}$	$1,12 \times 10^{-6}$
Wspólne oddziaływanie uwolnień do atmosfery i hydrosfery	Obręb ewidencyjny miejscowości Chrástany, Všemyslice, lokalizacja Neznašov	$3,0 \times 10^{-7}$	$21,0 \times 10^{-6}$	$1,20 \times 10^{-6}$

Jak widać, ryzyko związane z eksploatacją SMR ETE osiąga maksymalną wartość $1,2 \times 10^{-6}$, a obliczona wartość odpowiada jednemu przypadkowi na ok. 835 tys. mieszkańców. Liczba mieszkańców zamieszkujących na obszarze potencjalnie narażonym na oddziaływanie radiacyjne kształtuje się na poziomie kilku tysięcy osób, względnie (wliczając całą populację miejscowości Týn nad Vltavou) nieco ponad 10 tys. mieszkańców. Jest zatem oczywiste, że wzrost wskaźnika ryzyka zdrowotnego w przedmiotowej zabudowie będzie całkowicie nieistotny w sensie zagrożenia dla zdrowia.

Dla łącznego oddziaływania wszystkich istniejących i planowanych zakładów w lokalizacji Temelín wyniki obliczeń są następujące.

Tab. 5 Obliczenie łącznego uszczerbku na zdrowiu – łączne oddziaływanie wszystkich istniejących i planowanych zakładów w ramach ETE

Źródło	Lokalizacje	Roczna dawka skuteczna [Sv]	Całociągowe obciążenie radiacyjne [Sv]	Łączny uszczerbek na zdrowiu
Uwolnienia do atmosfery	Kočín	$2,05 \times 10^{-6}$	144×10^{-6}	$8,18 \times 10^{-6}$
Uwolnienia do Węławy	lokalizacje Újezd i domki letniskowe Pašovice	$3,89 \times 10^{-6}$	272×10^{-6}	$1,55 \times 10^{-5}$
Wspólne oddziaływanie uwolnień do atmosfery i hydrosfery	lokalizacja domki letniskowe Pašovice	$4,33 \times 10^{-6}$	303×10^{-6}	$1,73 \times 10^{-5}$

Dla skumulowanego oddziaływania, gdy uwzględniane jest łącznie narażenie z eksploatacji SMR ETE, z eksploatacji istniejącej Elektrowni Jądrowej Temelín (ETE1,2), przygotowywanego Nowego Źródła Energii Jądrowej (NJZ) oraz rozbudowanej przechowalni wypalonego paliwa jądrowego (SVJP), łączny uszczerbek na zdrowiu wynosi najwyżej $1,73 \times 10^{-5}$. Wartość tę można też wyrazić jako wzrost o jeden przypadek na 58 tysięcy mieszkańców. Łączna liczba mieszkańców na rozpatrywanym obszarze wynosi ok. 10 tys. Obliczenia jednak dokonano dla najwyższych wartości rocznej dawki skutecznej, które występują na obszarach zamieszkałych przez liczbę mieszkańców rzędu setek, w pozostałych częściach obszaru narażenie będzie niższe (ponadto nawet we wspomnianych lokalizacjach jest to górna granica szacunku wskaźnika potencjalnego ryzyka, jak wskazano w rozdz. 11).

Jak widać, dla wszystkich źródeł w ramach lokalizacji Temelín łączny uszczerbek na zdrowiu – ryzyko dla osoby reprezentatywnej – kształtuje się na dolnej granicy rzędu 10^{-5} . Wynika to jednak z faktu, że ze względu na nawiązanie do analizy wyjściowej i poprzednich ocen zastosowano podwójny współczynnik ryzyka w porównaniu z zaleceniem ICRP. W przypadku zastosowania procedury zgodnej z ICRP (tj. DDREF = 2), łączny uszczerbek na zdrowiu mieściłby się bezpiecznie w rzędzie 10^{-6} . Mając na uwadze liczebność narażonej populacji, również łączne oddziaływanie wszystkich źródeł w lokalizacji Temelín można uznać za nieistotne w kontekście zagrożenia dla zdrowia danej populacji.

W celach informacyjnych można ponownie przedstawić również porównanie z oddziaływaniem naturalnego tła radiacyjnego na przedmiotowym obszarze. W jego przypadku ryzyko można określić ilościowo w następujący sposób:

$$5,93 \times 10^{-3} \text{ Sv/rok} \times 70 \text{ lat} \times 5,7 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1} = 2,37 \times 10^{-2}.$$

Jak widać, ryzyko wynikające z narażenia na źródła naturalne jest ok. 20 tysięcy razy wyższe w porównaniu z oddziaływaniem SMR ETE i ok. 1300× wyższe w porównaniu z sumarycznym narażeniem na wszystkie istniejące i planowane źródła w lokalizacji Temelín.

5. ODDZIAŁYWANIE POLA ELEKTRYCZNEGO I MAGNETYCZNEGO

5.1. Identyfikacja zagrożenia i zależności dawka-efekt

Promieniowanie elektromagnetyczne jest zjawiskiem naturalnym, stanowiącym jeden z podstawowych sposobów przenoszenia energii. Jest ono emitowane przez różne źródła, zarówno naturalne, jak też wytworzone przez człowieka. Przestrzeń, w którą wchodzi to promieniowanie, jest określana jako pole elektromagnetyczne. Promieniowanie elektromagnetyczne występuje między innymi w pobliżu wszelkich linii elektroenergetycznych, kabli lub urządzeń. W przypadku rozpatrywanego planowanego przedsięwzięcia SMR ETE, ocena jego oddziaływania jest tym samym stosowna w odniesieniu do napowietrznych i podziemnych linii elektroenergetycznych, za pomocą których obiekt SMR ETE będzie połączony z rozdzielnią Kočín.

Energia promieniowania elektromagnetycznego rośnie wprost proporcjonalnie do jego częstotliwości. Częstotliwość linii elektroenergetycznych jest określona przez częstotliwość prądu przemiennego 50 Hz, jest to zatem promieniowanie i pole o bardzo niskiej częstotliwości i dużej długości fali. W poniższym zestawieniu komentowane są zatem zakładane skutki zdrowotne narażenia osób na pole elektromagnetyczne (względnie elektryczne i magnetyczne) o niskiej częstotliwości.

Skutki zdrowotne długotrwałego narażenia na promieniowanie elektromagnetyczne przez długi czas nie były znane, a większą uwagę badaniom nad nimi poświęcono dopiero w drugiej połowie XX wieku. Od tamtego czasu przeprowadzono jednak i opublikowano dużą liczbę prac badawczych, w których wskazywano, a następnie weryfikowano możliwe zależności między narażeniem na pole elektromagnetyczne a całym spektrum skutków zdrowotnych. Od 1996 roku trwa ciągły projekt WHO (The International EMF Project), będący reakcją na rosnące obawy związane z faktem, że prawie cała populacja światowa jest obecnie narażona na jakiś rodzaj antropogenne promieniowania elektromagnetycznego, jak również mając na uwadze wskazania niektórych ciężkich skutków zdrowotnych (konkretnie białaczki u dzieci). Stwierdzono, że z kilku dziesięcioleci badań nad polami elektromagnetycznymi nie wyniknęło żadne poważne ryzyko dla zdrowia publicznego, jednak niepewności wciąż się utrzymują. Obszerny raport na temat tej problematyki opublikował też europejski komitet ds. pojawiającego się i nowo rozpoznanego ryzyka zdrowotnego (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks – SCENIHR) w 2015 roku [23]. Co do skutków działania pól elektromagnetycznych o niskiej częstotliwości na zdrowie ludzkie komitet stwierdza, że dotychczasowe badania nie dostarczają przekonujących dowodów na związek przyczynowy między narażeniem na pole elektromagnetyczne o niskiej częstotliwości a subiektywnie zgłaszanymi objawami.

Badania epidemiologiczne wskazują na zwiększone ryzyko białaczki u dzieci w przypadku osób o szacowanym średnim dobowym narażeniu powyżej 0,3–0,4 μT , jednak nie zidentyfikowano żadnych mechanizmów i nie istnieją też żadne dowody z badań eksperymentalnych, które mogłyby wyjaśnić te ustalenia. Mając na uwadze powszechnie znane wady badań epidemiologicznych, nie można zatem sformułować wniosku w kierunku interpretacji przyczynowej.

Analizy badające możliwe skutki narażenia na pole elektromagnetyczne na funkcje neurologiczne (spektrum mocy EEG w stanie czuwania, wyniki behawioralne, pobudliwość kory mózgowej) są zbyt heterogeniczne, by można było wyciągnąć wiarygodny wniosek. Badania epidemiologiczne nie dostarczają przekonujących dowodów na zwiększone ryzyko chorób neurodegeneracyjnych.

Nie wykazano negatywnego oddziaływania na rozwój płodu. Badania dotyczące skutków zdrowotnych w dzieciństwie, w związku z narażeniem matek na pole elektromagnetyczne w trakcie ciąży, charakteryzują się niepewnością, którą trzeba będzie koniecznie zweryfikować. Nie wykazano też oddziaływania na funkcje rozrodcze.

Znaczące podsumowujące opracowanie dotyczące tej problematyki opublikowała też Międzynarodowa Komisja Ochrony Przed Promieniowaniem Niejonizującym (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection – ICNIRP) w 2010 roku. Są to Wytyczne w sprawie ograniczenia narażenia na zmienne w czasie pola elektryczne i magnetyczne (1 Hz – 100 kHz) [24]. Wytyczne syntetyzują dostępne dane naukowe dotyczące zarówno bezpośrednich, jak i pośrednich skutków działania pól elektrycznych i magnetycznych o niskiej częstotliwości. Za udowodnione uważa się skutki ostre – bezpośrednia stymulacja tkanki nerwowej i mięśniowej oraz indukcja fosfenów siatkówkowych (wrażenie błysków lub światła na siatkówce, związane z narażeniem układu nerwowego). Istnieją też pośrednie dowody na przejściowe wpłynięcie na funkcje mózgu (przetwarzanie wizualne i koordynacja ruchowa) przez indukowane pola elektryczne. Wszystkie te skutki mają wartości progowe, poniżej limitu których nie występują. Poziom skutku jest określony przez natężenie tzw. wewnętrznego pola elektrycznego, które jest indukowane w tkankach przez zewnętrzne działanie zmiennych w czasie pól elektrycznych lub magnetycznych.

Raport obszernie komentuje inne weryfikowane potencjalne skutki narażenia człowieka na pola elektryczne i magnetyczne o niskiej częstotliwości – układ neuroendokryny, zaburzenia neurodegeneracyjne, choroby układu sercowo-naczyniowego, zaburzenia reprodukcyjne i rozwojowe, rak – i we wszystkich przypadkach nie stwierdza podstaw do wykazania związku przyczynowego między narażeniem a skutkiem zdrowotnym.

Na podstawie przeprowadzonej oceny ICNIRP określi wartości referencyjne,

odniesione do częstotliwości pola. Można stwierdzić, że w razie przestrzegania wartości referencyjnych dla populacji ogólnej, wystąpienie opisanych skutków zdrowotnych można wykluczyć, natomiast w przypadku narażenia zawodowego ich ograniczone występowanie (przez określony czas i w kontrolowanych warunkach) uważa się za akceptowalne. Na zaleceniach ICNIRP opiera się następnie europejskie, a w ślad za nim również czeskie ustawodawstwo, a konkretnie rozporządzenie rządu nr 291/2015 Dz.U., o ochronie zdrowia przed promieniowaniem niejonizującym [12]. Podstawową wielkością w odniesieniu do ochrony mieszkańców jest zmodyfikowane natężenie pola elektrycznego indukowanego w tkance ludzkiej E_{mod} , które jest czynnikiem decydującym podczas oceny narażenia na pola elektromagnetyczne o niskiej częstotliwości. Jego wartość w środowisku komunalnym nie może w żadnym momencie przekroczyć 0,2 V/m.

Określenie zmodyfikowanego natężenia pola elektrycznego jest jednak zadaniem stosunkowo skomplikowanym. W celu łatwiejszej oceny narażenia określono zatem w dalszej kolejności wartości referencyjne zewnętrznego natężenia pola elektrycznego E oraz indukcji magnetycznej B . Ich nieprzekroczenie gwarantuje, że spełniona zostanie też najwyższa dopuszczalna wartość E_{mod} [11]. Wartości referencyjne dla częstotliwości 50 Hz wynoszą $E_{\text{ef}}^{\text{ext}} \lim = 2 \text{ kV/m}$ oraz $B_{\text{ef}}^{\text{ext}} \lim = 200 \text{ }\mu\text{T}$.

W przypadku, gdy wartości zmierzone w pobliżu źródła przekraczają wartości referencyjne, należy wykazać za pomocą obliczeń lub pomiarów, że nie dochodzi do przekraczania najwyższych dopuszczalnych wartości. Wszystkie obliczone i graniczne wartości są w przypadku linii napowietrznych odniesione do wysokości 1,8 m nad poziomem terenu, tj. do obszaru głowy, a w przypadku linii podziemnych do wysokości 0,1 m, symbolizującej leżącą osobę.

Przestrzeganie najwyższej dopuszczalnej wartości gwarantuje zapewnienie wystarczającej ochrony osób fizycznych przed wszystkimi dotychczas znanymi bezpośrednimi oraz pośrednimi skutkami działania pól elektromagnetycznych. [12].

5.2. Ocena narażenia i charakterystyka ryzyka

Planowane przedsięwzięcie SMR ETE obejmuje między innymi również realizację nowych linii elektroenergetycznych. Wyprowadzenie mocy będzie realizowane za pomocą linii napowietrznej 400 kV do rozdzielni Kočín, a zasilanie rezerwowe będzie również realizowane z rozdzielni Kočín, a mianowicie za pomocą linii napowietrznej 110 kV, lub częściowo za pomocą linii podziemnej 110 kV. Wyznaczenie korytarza dla usytuowania tych linii jest w przeważającej części zaprojektowane poza kontaktem z zabudową mieszkalną; wyjątkiem jest jego wschodnia część, gdzie granica korytarza styka się z obrzeżem zabudowy mieszkalnej osady Kočín. Obowiązuje jednak zasada, że korytarz jest wyznaczony wraz ze strefą

ochronną linii, której szerokość definiuje ustawa prawo energetyczne nr 458/2000 Dz.U. W przypadku linii napowietrznej o napięciu 400 kV strefa ochronna będzie wynosić 20 m. Ze względu na to, że w strefie tej nie mogą być umieszczone żadne budynki, odległość skrajnych przewodów od krawędzi dachów najbliższych domów będzie wynosić co najmniej 20 m.

Określenia narażenia na pole elektryczne i magnetyczne w związku z usytuowaniem wspomnianych linii elektroenergetycznych, w tym powiązane obliczenia, dokonała spółka EGU HV Laboratory w 2026 roku [2]. Obliczeń dokonano dla lokalizacji współbieżności i skrzyżowań nowo projektowanych linii z istniejącą siecią przesyłową i dystrybucyjną, gdzie potencjalne oddziaływanie pola elektrycznego i magnetycznego będzie najwyższe. Metodą oceny jest obliczenie parametrów pola elektromagnetycznego o częstotliwości 50 Hz (natężenie pola elektrycznego E (kV/m) oraz indukcji magnetycznej B (μT)). Na podstawie tych wielkości przeprowadza się obliczenie zmodyfikowanego natężenia pola elektrycznego E_{mod} indukowanego w tkance ludzkiej na wysokości 1,8 m nad ziemią dla linii napowietrznych oraz na wysokości 0,1 m nad ziemią dla linii kablowych (uwzględnia się osoby leżące na ziemi). Ocena obejmowała następujące trzy warianty możliwego zbliżenia planowanych linii:

- wariant 1: Współbieżność podziemnych linii kablowych 110 kV (zasilanie potrzeb własnych SMR ETE) i napowietrznej linii jednotorowej 400 kV (wyprowadzenie mocy SMR ETE)
- wariant 2: Współbieżność napowietrznej linii jednotorowej 400 kV (wyprowadzenie mocy SMR ETE) z dwoma napowietrznymi liniami jednotorowymi 400 kV (ETE1,2)
- wariant 3: Skrzyżowanie podziemnych linii kablowych 110 kV (zasilanie potrzeb własnych SMR ETE) z liniami napowietrznymi 400 kV i 110 kV obecnych bloków

Obliczenia uwzględniają już zatem oddziaływanie planowanego przedsięwzięcia SMR ETE w połączeniu (tj. w skumulowaniu) z linią od istniejącej elektrowni (ETE1,2).

Podczas obliczenia uwzględniono minimalną wysokość dolnych przewodów fazowych nad lub pod poziomem terenu, która w przypadku linii napowietrznej wynosi 12,5 m nad poziomem terenu, a w przypadku linii podziemnej wynosi 1,3 m pod poziomem terenu. Wyjątek stanowi linia napowietrzna 110 kV w wariantcie 3, gdzie zakładana jest minimalna wysokość 7,1 m.

Podczas oceny uwzględniono najgorszy pod względem higienicznym przypadek narażenia, kiedy ciało ludzkie jest w sposób przewodzący połączone z ziemią i narażone na działanie jednorodnego pola magnetycznego prostopadłego do klatki piersiowej oraz jednorodnego pola elektrycznego w kierunku od głowy do stóp. Działanie pól elektrycznych i magnetycznych w przestrzeni jest stosunkowo skomplikowane, sytuację można zatem uprościć poprzez uwzględnienie najbardziej niekorzystnego pod względem higienicznym przypadku, kiedy przy jednoczesnym narażeniu na pole elektryczne i magnetyczne poziomy narażenia są sumowane.

Wyniki oceny przeprowadzonej przez spółkę EGU HV Laboratory przedstawiono w poniższej tabeli.

Tab. 6. Narażenie osób na pole elektryczne i magnetyczne w miejscach współbieżności i skrzyżowań linii elektroenergetycznych [2]

Wariant	Wysokość nad ziemią	Min. wysokość dolnych przewodów fazowych nad poziomem terenu h_{min}	Maks. wartość natężenia pola el. E_{max} [kV/m]	Maks. wartość indukcji magnetycznej B_{max} [μT]	Maks. wartość zmodyfikowanego natężenia pola el. E_{mod} [V/m]
Wariant 1	1,8 m	12,5 m (400 kV) -1,3 m (kabel 110 kV)	5,31	26,9	0,047
	0,1 m	12,5 m (400 kV) -1,3 m (kabel 110 kV)	5,13	51,6	0,045
Wariant 2	1,8 m	12,5 m (400 kV)	5,36	25,4	0,048
Wariant 3	1,8 m	12,5 m (400 kV) 7,1 m (110 kV) -1,3 m (kabel 110 kV)	5,36	35,1	0,049
	0,1 m	12,5 m (400 kV) 7,1 m (110 kV) -1,3 m (kabel 110 kV)	5,18	63,3	0,052

Jak widać, we wszystkich rozpatrywanych wariantach przestrzegane są ustalone wartości referencyjne indukcji magnetycznej B_{max} (200 μT), jednak dochodzi do przekroczenia wartości referencyjnych natężenia pola elektrycznego E_{max} wynoszących 2 kV/m. Z tego powodu przeprowadzono obliczenia zmodyfikowanego natężenia pola elektrycznego E_{mod} , zgodnie z wymogami rozporządzenia rządu nr 291/2015 Dz.U. Z obliczonych wartości E_{mod} wynika, że nie dojdzie do przekroczenia najwyższej dopuszczalnej wartości zmodyfikowanego natężenia pola elektrycznego (limit 0,2 V/m). Maksymalna wartość zmodyfikowanego natężenia pola el. E_{mod} w poszczególnych wariantach kształtuje się na poziomie 22,5 - 26,0% najwyższej dopuszczalnej wartości.

Jak wspomniano w poprzednim rozdziale, w przypadku pól elektrycznych i magnetycznych o niskiej częstotliwości istnieje próg, poniżej którego nie występuje już niekorzystne oddziaływanie na zdrowie. Wartości zalecane przez ICNIRP, a co za tym idzie również najwyższe dopuszczalne wartości zgodnie z czeskim ustawodawstwem, są określone znacznie poniżej zidentyfikowanego progu stwierdzonych skutków. Mając na uwadze spełnienie najwyższej dopuszczalnej wartości zgodnie z rozporządzeniem rządu nr 291/2015 Dz.U., można zatem wykluczyć powstanie ryzyka zdrowotnego w związku z narażeniem osób na pole elektryczne i magnetyczne w okolicach ocenianej linii.

W przypadku napowietrznej linii elektroenergetycznej ocena została przeprowadzona dla narażenia osób stojących na poziomie terenu przy wysokości

przewodu 12 m (względnie 7,1 m) nad poziomem terenu. Ze względu na wyznaczenie korytarza we współbieżności z zabudową mieszkalną należy wspomnieć również o potencjalnym narażeniu osoby stojącej na dachu domu, tj. w kierunku pionowym bliżej przewodu. W tym przypadku obowiązuje zasada, że korytarz obejmuje również strefę ochronną, w związku z czym odległość przewodów od krawędzi dachów nie będzie mniejsza niż 20 metrów. Również w tej sytuacji obowiązuje zatem zasada, że najwyższa dopuszczalna wartość zostanie zachowana z rezerwą, a powstanie ryzyka zdrowotnego można wykluczyć.

6. ODDZIAŁYWANIE ZANIECZYSZCZENIA ATMOSFERY

Realizacja i eksploatacja planowanego przedsięwzięcia SMR ETE będzie się wiązać z określonym wzrostem zanieczyszczenia atmosfery, w szczególności na etapie budowy. Realizacja planowanego przedsięwzięcia, zgodnie z założeniem, będzie prawdopodobnie przebiegać w częściowej współbieżności z budową NJZ ETE, w związku z czym należy ocenić również skumulowane oddziaływanie budowy obu planowanych przedsięwzięć. Na etapie eksploatacji oddziaływanie na jakość atmosfery będzie powiązane przede wszystkim z generowanym ruchem samochodowym.

Ocena oddziaływania zanieczyszczenia atmosfery w związku z planowanym przedsięwzięciem SMR ETE na zdrowie ludzkie została przeprowadzona wraz z oceną obciążenia hałasem w osobnej analizie [3]. Ocena opiera się na wyjściowej analizie rozprzestrzeniania [25] i zgodnie z nią monitoruje następujące stany realizacji i eksploatacji planowanego przedsięwzięcia:

- Stan 1 – rok 2034, oddziaływanie budowy SMR ETE, najwyższa możliwa kumulacja oddziaływania przy możliwej współbieżności budowy NJZ ETE i SMR ETE (przewidywany czas trwania do 1 roku).
 - Stan zerowy 1 = rok 2034 + początkowy etap przygotowania NJZ ETE
 - Stan aktywny 1 = rok 2034 + początkowa faza przygotowania NJZ ETE + etap budowy SMR ETE
- Stan 2: rok 2040 – oddziaływanie eksploatacji SMR ETE, przejściowy stan możliwej współbieżności eksploatacji SMR ETE z najbardziej wymagającym pod względem transportu etapem budowy NJZ ETE (przewidywany czas trwania do 1 roku)
 - Stan zerowy 2 = rok 2040 + główny etap budowy NJZ ETE
 - Stan aktywny 2 = rok 2040 + główny etap budowy NJZ ETE + eksploatacja SMR ETE
- Stan 3: rok 2042 – oddziaływanie eksploatacji SMR ETE, kumulacja eksploatacji NJZ ETE i SMR ETE (stan stały)
 - Stan zerowy 3 = rok 2042 + eksploatacja NJZ ETE
 - Stan aktywny 3 = rok 2042 + eksploatacja NJZ ETE + eksploatacja SMR ETE

Obliczenia uwzględniają już zatem oddziaływanie planowanego przedsięwzięcia SMR ETE w skumulowaniu z pozostałymi istniejącymi lub planowanymi przedsięwzięciami na terenie ETE. W kolejnych rozdziałach przedstawiono zestawienie informacji o zagrożeniu ze strony ocenianych substancji zanieczyszczających, a następnie podsumowanie wyników ilościowego określenia ryzyka.

6.1. Identyfikacja zagrożenia i zależności dawka - efekt

6.1.1. Cząstki zawieszone

Cząstki zawieszone w atmosferze stanowią złożoną mieszaninę substancji organicznych i nieorganicznych, których składniki mają różnorodne właściwości chemiczne i fizyczne. Są one wytwarzane zarówno w środowisku zewnętrznym, jak i wewnętrznym. Są zatem istotnym czynnikiem powodującym pogorszenie stanu zdrowia.

Różne charakterystyki cząstek zawieszonych mogą się odnosić do odmiennego oddziaływania na zdrowie – zależy to od rozmiaru, charakterystyki fizycznej i składu chemicznego. Do ogólnej (wskaźnikowej) oceny stosuje się dlatego wskaźniki epidemiologiczne śmiertelności (umieralności) i zachorowalności.

Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) wydała w 2021 roku nowe wytyczne dotyczące jakości atmosfery [27], które w znacznym stopniu zastępują poprzednie wytyczne, wydane w 2005 roku [26]. Narażenie na cząstki zawieszone według WHO [27] zwiększa ryzyko śmiertelności z powodu następujących diagnoz:

- długotrwałe stężenia $PM_{2,5}$ – z dużą pewnością w przypadku chorób układu krążenia (w szczególności choroby niedokrwiennej serca) i raka płuc, ze średnią pewnością w przypadku niezłśliwych chorób dróg oddechowych,
- długotrwałe stężenia PM_{10} – z dużą pewnością w przypadku niezłśliwych chorób dróg oddechowych i raka płuc oraz ze średnią pewnością w przypadku choroby niedokrwiennej serca,
- krótkotrwałe stężenia PM_{10} i $PM_{2,5}$ – z dużą pewnością w przypadku chorób układu sercowo-naczyniowego oraz ze średnią pewnością w przypadku chorób naczyniowo-mózgowych i niezłśliwych chorób dróg oddechowych.

W przedstawianej ocenie do ilościowego określenia ryzyka wynikającego z narażenia na cząstki zawieszone (i analogicznie również na dwutlenek azotu, patrz dalej) zastosowano funkcje stężenie – skutek/efekt, opublikowane przez Światową Organizację Zdrowia w ramach projektu *Health risks of air pollution in Europe: HRAPIE-2 project* (HRAPIE-2) [28] w 2025 roku. Dokument ten zatem aktualizuje dotychczasowe wytyczne z 2013 roku [29].

6.1.2. Dwutlenek azotu

Dwutlenek azotu (NO_2) należy do najczęściej monitorowanych substancji szkodliwych podczas oceny oddziaływania źródeł spalania (tj. w szczególności ruchu samochodowego oraz ogrzewania budynków) na jakość atmosfery i zdrowie mieszkańców. Ze źródeł emitowany jest głównie tlenek azotu (NO), który w powietrzu stopniowo utlenia się do NO_2 , w niewielkim stopniu emitowany jest bezpośrednio NO_2 .

Podczas wnikania dwutlenku azotu do dróg oddechowych najbardziej wrażliwym obszarem jest tchawica wraz z oskrzelami, a także pęcherzyki płucne (alveole), gdzie dochodzi do zastąpienia nabłonka pęcherzykowego typu I komórkami bardziej odpornymi na utlenianie, które ponadto wraz ze wzrostem stężenia NO_2 stopniowo hipertrofują. Prowadzi to do obniżenia odporności tkanki płucnej na infekcje.

Narażenie na dwutlenek azotu według WHO [27] zwiększa ryzyko śmiertelności z powodu następujących diagnoz:

- długotrwałe stężenia NO_2 – z dużą pewnością w przypadku przewlekłej obturacyjnej choroby płuc, ze średnią pewnością w przypadku niezłośliwych chorób dróg oddechowych i ostrej infekcji dolnych dróg oddechowych; w tym umieralności u dzieci,
- krótkotrwałe (dobowe) stężenia NO_2 – z dużą pewnością w przypadku ogólnej śmiertelności bez rozróżnienia przyczyn (z wyjątkiem urazów), a także w przypadku hospitalizacji z powodu astmy.

Projekt HRAPIE-2 [28] podaje ponadto wartości ryzyka względnego dla poszczególnych skutków długotrwałego narażenia na NO_2 .

6.1.3. Wspólne działanie cząstek zawieszonych $\text{PM}_{2,5}$ i NO_2

Do oceny oddziaływania budowy i eksploatacji planowanego przedsięwzięcia na zdrowie mieszkańców niezbędna jest ocena wspólnego działania cząstek $\text{PM}_{2,5}$ i NO_2 . W realnym środowisku, w szczególności w lokalizacjach dotkniętych ruchem samochodowym i emisjami z procesów spalania, mieszkańcy nie są bowiem narażeni na poszczególne zanieczyszczenia w sposób izolowany.

Ilościowe określenie tego połączonego efektu stanowi kluczowy krok w procesie oceny ryzyka zdrowotnego. Ponieważ cząstki $\text{PM}_{2,5}$ i NO_2 w znacznym stopniu dzielą źródła emisji (np. gazy spalinowe), ich stężenia imisyjne w atmosferze bardzo mocno korelują.

Projekt HRAPIE-2 [28] podaje skorygowane wartości RR do obliczenia połączonego efektu $\text{PM}_{2,5}$ i NO_2 . Przy wzroście stężenia $\text{PM}_{2,5}$ o $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ oraz NO_2 o $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ szacowane skutki zdrowotne narażenia łącznego zmniejszą się np. o ok. 30,3% w porównaniu z wykorzystaniem modeli jednosubstancyjnych.

6.1.4. Benzen

Benzen przedostaje się do atmosfery w emisjach z ruchu samochodowego zarówno jako produkt spalania, jak i składnik niespalonych frakcji paliwa (w benzynie silnikowej występuje w ilości ok. 0,5–2%, w przypadku oleju napędowego udział ten jest nieistotny). Atmosfera stanowi główne źródło narażenia człowieka na benzen.

Należy się jednak liczyć ze znacznymi różnicami indywidualnymi wynikającymi z palenia, które może oznaczać kilkukrotny wzrost narażenia.

W wysokich stężeniach (które jednak nie występują w atmosferze zewnętrznej) benzen wykazuje ostre działanie drażniące i neurotoksyczne. W niskich dawkach (które mogą występować w atmosferze) natomiast przy długotrwałym działaniu hamuje wytwarzanie krwinek i zakłada się także jego wpływ na inicjację białaczki. Z tego powodu zarówno US EPA, jak i IARC zaliczają benzen do udowodnionych czynników rakotwórczych dla ludzi. Światowa Organizacja Zdrowia podaje dla benzenu wartość jednostkowego ryzyka raka $UCR = 6 \times 10^{-6} (\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3})^{-1}$.

6.1.5. Benzo[a]piren

Grupa wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (PAH) obejmuje kilkaset związków, które powstają w szczególności podczas niedoskonałego spalania materiału organicznego. Głównymi skutkami dla zdrowia ludzi są mutagenność i rakotwórczość, z kolei ogólnoustrojowe skutki toksyczne są prawdopodobnie niewielkie (testowane na zwierzętach). W przypadku wielu PAH o wyższej temperaturze wrzenia za udowodnione uważa się oddziaływanie mutagenne i rakotwórcze, przy czym benzo[a]piren jest jednym ze związków, u których stwierdzono najsilniejsze działanie rakotwórcze.

Według IARC, benzo[a]piren zaliczany jest do grupy 1 jako udowodniony czynnik rakotwórczy dla ludzi. Ze względu na jego rakotwórczość nie można ustalić żadnego bezpiecznego progu. WHO [26] określa wartość referencyjną jednostkowego ryzyka rakotwórczego dla B[a]P na poziomie $8,7 \times 10^{-2} (\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3})^{-1}$.

6.2. Ocena narażenia i charakterystyka ryzyka

6.2.1. Cząstki zawieszone

Jak wskazano wyżej, występowanie zwiększonych stężeń cząstek zawieszonych w atmosferze jest ogólnie wiązane z występowaniem chorób układu oddechowego, raka płuc, chorób układu sercowo-naczyniowego, a w przypadku frakcji $\text{PM}_{2,5}$ również udaru mózgu. W analizie [3] dokonano liczbowego określenia występowania skutków zdrowotnych, zdefiniowanych w projekcie HRAPIE-2 [28]. Sumaryczne zestawienie wartości różnicowych skutków zdrowotnych, tj. zmian wywołanych przez realizację planowanego przedsięwzięcia SMR ETE w poszczególnych stanach, przedstawiają poniższe tabele.

**Tab. 7. Ocena zmian wskaźnika ryzyka zdrowotnego w zabudowie mieszkalnej w wyniku zmian w obciążeniu imisyjnym cząstkami zawieszonymi PM_{2,5}, – wartości różnicowe
(Stan z planowanym przedsięwzięciem) – (Stan wyjściowy)**

Skutek zdrowotny	Segment populacji	stan 1 rok 2034	stan 2 rok 2040	stan 3 rok 2042
naturalna umieralność dorosłych	≥ 25 lat	0,0457	0,00008	0,00059
umieralność dorosłych – choroby układu krążenia	≥ 25 lat	0,0210	0,00004	0,00027
umieralność dorosłych – choroby naczyniowo-mózgowe	≥ 25 lat	0,0031	0,00001	0,00004
umieralność dorosłych – choroba niedokrwienna serca	≥ 25 lat	0,0080	0,00001	0,00010
umieralność dorosłych – choroby układu oddechowego (bez nowotworów)	≥ 25 lat	0,0055	0,00001	0,00007
umieralność dorosłych – przewlekła obturacyjna choroba płuc (CHOPN)	≥ 25 lat	0,0020	0,00000	0,00003
umieralność dorosłych – infekcja dolnych dróg oddechowych	≥ 25 lat	0,0037	0,00001	0,00005
umieralność dorosłych – nowotwór złośliwy oskrzela i płuca	≥ 25 lat	0,0020	0,00000	0,00003
zachorowalność – astma dziecięca	0–18 lat	0,0141	0,00002	0,00018
zachorowalność – przewlekła obturacyjna choroba płuc (CHOPN)	≥ 30 lat	0,0175	0,00003	0,00023
zachorowalność – choroba niedokrwienna serca (zawał mięśnia sercowego)	≥ 30 lat	0,0082	0,00001	0,00011
zachorowalność – udar mózgu	≥ 30 lat	0,0132	0,00002	0,00017
zachorowalność – nadciśnienie tętnicze	≥ 30 lat	0,0953	0,00017	0,00124
zachorowalność – nowotwór złośliwy oskrzela i płuca	≥ 30 lat	0,0041	0,00001	0,00005
zachorowalność – cukrzyca typu 2	0–18 lat	0,0001	0,00000	0,00000
zachorowalność – demencja	≥ 19 lat	0,0244	0,00004	0,00032

**Tab. 8. Ocena zmian wskaźnika ryzyka zdrowotnego w zabudowie mieszkalnej w wyniku zmian w obciążeniu imisyjnym cząstkami zawieszonymi PM₁₀, – wartości różnicowe
(Stan z planowanym przedsięwzięciem) – (Stan wyjściowy)**

Skutek zdrowotny	Segment populacji	stan 1 rok 2034	stan 2 rok 2040	stan 3 rok 2042
naturalna umieralność dorosłych	≥ 25 lat	0,2368	0,00014	0,0045
umieralność dorosłych – choroby układu krążenia	≥ 25 lat	0,0878	0,00005	0,0017
umieralność dorosłych – choroby układu oddechowego (bez nowotworów)	≥ 25 lat	0,0301	0,00002	0,0006
umieralność dorosłych – nowotwory tchawicy, oskrzeli i płuc	≥ 25 lat	0,0136	0,00001	0,0003
umieralność dorosłych – choroba niedokrwienna serca	≥ 25 lat	0,0247	0,00001	0,0005
umieralność dorosłych – przewlekła obturacyjna choroba płuc (CHOPN)	≥ 25 lat	0,0167	0,00001	0,0003

Jak wynika z powyższych tabel, w wyniku realizacji ocenianego planowanego przedsięwzięcia można się spodziewać niewielkiego wzrostu ryzyka zdrowotnego w przypadku narażenia na cząstki zawieszone frakcji PM_{2,5} i PM₁₀:

- W stanie 1 (rok 2034, spodziewany czas trwania do 1 roku), w wyniku narażenia na obciążenie imisyjne cząstkami zawieszonymi PM_{2,5}, obliczono wzrost naturalnej umieralności dorosłych rzędu setnych części nowego przypadku oraz wzrost poszczególnych kategorii zachorowalności najwyżej poniżej progu jednej dziesiątej części przypadku w całej dotkniętej populacji. W wyniku narażenia na obciążenie imisyjne cząstkami zawieszonymi PM₁₀, obliczono wzrost naturalnej umieralności rzędu dziesiątych części nowego przypadku w całej dotkniętej populacji. Największy wzrost obciążenia imisyjnego cząstkami zawieszonymi PM_{2,5} na obszarze zabudowy mieszkalnej obliczono do 0,7 µg.m⁻³ (dotyczy pojedynczych mieszkańców), największy wzrost obciążenia imisyjnego cząstkami zawieszonymi PM₁₀ obliczono do 2 µg.m⁻³ (dotyczy najwyżej kilkudziesięciu mieszkańców), jedynie absolutnie lokalnie (dotyczy jednego obiektu mieszkalnego) około 4 µg/m⁻³. Nawet w najbardziej dotkniętej planowanym przedsięwzięciem zabudowie mieszkalnej odnotowano wzrost naturalnej umieralności i poszczególnych kategorii zachorowalności o kilka rzędów wielkości poniżej jednego przypadku w dotkniętej populacji.
- W stanie 2 (rok 2040, spodziewany czas trwania do 1 roku), w wyniku narażenia na obciążenie imisyjne cząstkami zawieszonymi PM_{2,5}, obliczono wzrost naturalnej umieralności dorosłych rzędu stutysięcznych części nowego przypadku oraz wzrost poszczególnych kategorii zachorowalności także rzędu stutysięcznych części, najwyżej około jednej dziesięciotysięcznej części przypadku w całej dotkniętej populacji. W wyniku narażenia na obciążenie imisyjne cząstkami zawieszonymi PM₁₀, obliczono wzrost naturalnej umieralności rzędu dziesięciotysięcznych części nowego przypadku w całej dotkniętej populacji. Największy wzrost obciążenia imisyjnego cząstkami zawieszonymi PM_{2,5} na obszarze zabudowy mieszkalnej obliczono ok. 0,003 µg.m⁻³ (dotyczy pojedynczych, najwyżej kilkudziesięciu mieszkańców), największy wzrost obciążenia

imisyjnego cząstkami zawieszonymi PM_{10} obliczono do $0,005 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nawet w najbardziej dotkniętej planowanym przedsięwzięciem zabudowie mieszkalnej odnotowano wzrost naturalnej umieralności i poszczególnych kategorii zachorowalności o kilka rzędów wielkości poniżej jednego przypadku w dotkniętej populacji.

- W stanie 3 (rok 2042, stan stały) w wyniku narażenia na obciążenie imisyjne cząstkami zawieszonymi $PM_{2,5}$ obliczono wzrost naturalnej umieralności dorosłych rzędu dziesięciotysięcznych części nowego przypadku oraz wzrost poszczególnych kategorii zachorowalności również rzędu dziesięciotysięcznych części przypadku w całej dotkniętej populacji. W wyniku narażenia na obciążenie imisyjne cząstkami zawieszonymi PM_{10} , obliczono wzrost naturalnej umieralności rzędu tysięcznych części nowego przypadku w całej dotkniętej populacji. Największy wzrost obciążenia imisyjnego cząstkami zawieszonymi $PM_{2,5}$ na obszarze zabudowy mieszkalnej obliczono do $0,005 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (dotyczy kilkudziesięciu mieszkańców), największy wzrost obciążenia imisyjnego cząstkami zawieszonymi PM_{10} obliczono do $0,020 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dotyczy kilkudziesięciu mieszkańców). Nawet w najbardziej dotkniętej planowanym przedsięwzięciem zabudowie mieszkalnej odnotowano wzrost naturalnej umieralności i poszczególnych kategorii zachorowalności o kilka rzędów wielkości poniżej jednego przypadku w dotkniętej populacji.

6.2.2. Dwutlenek azotu

Poniższe tabele przedstawiają podsumowanie różnicowych wartości skutków zdrowotnych narażenia na NO₂ w poszczególnych stanach.

Tab. 9. Ocena zmian wskaźnika ryzyka zdrowotnego w zabudowie mieszkalnej w wyniku zmian w obciążeniu imisyjnym NO₂, – wartości różnicowe (Stan z planowanym przedsięwzięciem) – (Stan wyjściowy)

Skutek zdrowotny	Segment populacji	stan 1 rok 2034	stan 2 rok 2040	stan 3 rok 2042
naturalna umieralność dorosłych	≥ 25 lat	0,0134	0,0006	0,0005
umieralność dorosłych – choroby układu oddechowego (bez nowotworów)	≥ 25 lat	0,0012	0,0001	0,0000
umieralność dorosłych – przewlekła obturacyjna choroba płuc (CHOPN)	≥ 25 lat	0,0004	0,0000	0,0000
umieralność dorosłych – infekcja dolnych dróg oddechowych	≥ 25 lat	0,0010	0,0000	0,0000
umieralność dorosłych – choroby układu krążenia	≥ 25 lat	0,0050	0,0002	0,0002
umieralność dorosłych – choroba niedokrwienna serca	≥ 25 lat	0,0018	0,0001	0,0001
umieralność dorosłych – nowotwór złośliwy oskrzela i płuca	≥ 25 lat	0,0009	0,0000	0,0000
zachorowalność – astma dziecięca	0–18 lat	0,0031	0,0001	0,0001
zachorowalność – astma u dorosłych	≥ 19 lat	0,0089	0,0004	0,0003
zachorowalność – infekcja dolnych dróg oddechowych u dzieci	0–12 lat	0,0096	0,0004	0,0004

Jak wynika z powyższych tabel, również w przypadku narażenia na dwutlenek azotu w wyniku ocenianego planowanego przedsięwzięcia można spodziewać się jedynie niewielkiego wzrostu ryzyka zdrowotnego.

- W stanie 1 (rok 2034, spodziewany czas trwania do 1 roku), w wyniku narażenia na obciążenie imisyjne dwutlenkiem azotu obliczono wzrost naturalnej umieralności dorosłych rzędu setnych części nowego przypadku oraz wzrost poszczególnych kategorii zachorowalności rzędu tysięcznych części przypadku w całej dotkniętej populacji. Największy wzrost obciążenia imisyjnego dwutlenkiem azotu na obszarze zabudowy mieszkalnej obliczono poniżej progu 0,1 µg·m⁻³ (dotyczy pojedynczych mieszkańców). Nawet w najbardziej dotkniętej planowanym przedsięwzięciem zabudowie mieszkalnej odnotowano wzrost naturalnej umieralności i poszczególnych kategorii zachorowalności o kilka rzędów wielkości poniżej jednego przypadku w dotkniętej populacji.
- W stanie 2 (rok 2040, spodziewany czas trwania do 1 roku), w wyniku narażenia na obciążenie imisyjne dwutlenkiem azotu obliczono wzrost naturalnej umieralności dorosłych rzędu dziesięciotysięcznych części nowego przypadku oraz wzrost poszczególnych kategorii zachorowalności rzędu także dziesięciotysięcznych części przypadku w całej dotkniętej populacji. Największy wzrost obciążenia imisyjnego dwutlenkiem azotu na obszarze zabudowy mieszkalnej obliczono ok. 0,005 µg·m⁻³ (dotyczy kilkudziesięciu mieszkańców). Nawet w najbardziej dotkniętej planowanym

przedsięwzięciem zabudowie mieszkalnej odnotowano wzrost naturalnej umieralności i poszczególnych kategorii zachorowalności o kilka rzędów wielkości poniżej jednego przypadku w dotkniętej populacji.

- W stanie 3 (rok 2042, stan stały) w wyniku narażenia na obciążenie imisyjne dwutlenkiem azotu obliczono wzrost naturalnej umieralności dorosłych rzędu dziesięciotysięcznych części nowego przypadku oraz wzrost poszczególnych kategorii zachorowalności także rzędu dziesięciotysięcznych części przypadku w całej dotkniętej populacji. Największy wzrost obciążenia imisyjnego dwutlenkiem azotu na obszarze zabudowy mieszkalnej obliczono ok. $0,005 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (dotyczy kilkudziesięciu mieszkańców). Nawet w najbardziej dotkniętej planowanym przedsięwzięciem zabudowie mieszkalnej odnotowano wzrost naturalnej umieralności i poszczególnych kategorii zachorowalności o kilka rzędów wielkości poniżej jednego przypadku w dotkniętej populacji.

W żadnej części przedmiotowego obszaru nie należy się też spodziewać wystąpienia skutków zdrowotnych w wyniku ostrego narażenia na dwutlenek azotu.

6.2.3. Wspólne działanie cząstek zawieszonych $\text{PM}_{2,5}$ i dwutlenku azotu

Cząstki zawieszone $\text{PM}_{2,5}$ i NO_2 w znacznym stopniu dzielą źródła emisji. W celu zapewnienia metodycznej poprawności obliczeń stosuje się procedurę, która ogranicza ryzyko podwójnego sumowania ich skutków. Ocena została przeprowadzona dla skutku w postaci naturalnej umieralności dorosłych. Z wyników oceny wynika, że przy uwzględnieniu wspólnego oddziaływania wzrost naturalnej umieralności w wyniku planowanego przedsięwzięcia SMR ETE kształtuje się w stanie 1 (rok 2034) na poziomie około jednej setnej przypadku w całej dotkniętej populacji, natomiast w stanach 2 i 3 (lata 2040 i 2042, spodziewany czas trwania 1 rok i stan stały) rzędu stutysięcznych części przypadku w całej dotkniętej populacji.

6.2.4. Benzen i benzo[a]piren

Benzen i benzo[a]piren są udowodnionymi czynnikami rakotwórczymi dla ludzi. W przypadku benzenu wzrost liczby przypadków białaczki w wyniku realizacji planowanego przedsięwzięcia kształtuje się na poziomie rzędu dziesięciomilionowych części nowego przypadku w całej dotkniętej populacji. Największy wzrost na obszarze zabudowy mieszkalnej w stanie 1 (rok 2034, spodziewany czas trwania do 1 roku), obliczono do $0,004 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ i dotyczy kilkudziesięciu mieszkańców. Wskazanej wartości odpowiada wzrost ryzyka wystąpienia skutków zdrowotnych w wyniku przewlekłego narażenia na benzen najwyżej $2,40 \times 10^{-8}$ (1 przypadek na ponad 41,6 miliona mieszkańców).

W przypadku benzo[a]pirenu wzrost liczby przypadków wystąpienia raka kształtuje się na poziomie rzędów od dziesięciomilionowych do stutysięcznych części nowego przypadku w całej dotkniętej populacji. Największy wzrost na obszarze

zabudowy mieszkalnej obliczono do $0,0005 \text{ ng} \cdot \text{m}^{-3}$ (dotyczy kilkudziesięciu mieszkańców). Wskazanej wartości odpowiada wzrost ryzyka wystąpienia skutków zdrowotnych w wyniku przewlekłego narażenia na benzo[a]piren najwyżej $4,35 \times 10^{-7}$ (1 przypadek na ponad 2,3 miliona mieszkańców).

Mając na uwadze liczbę mieszkańców objętych największym wzrostem, w przypadku obu zanieczyszczeń można stwierdzić, że obliczone zmiany ryzyka zdrowotnego w kontekście zagrożenia dla zdrowia są całkowicie nieistotne.

6.2.5. Oddziaływanie krótkotrwałego narażenia w trakcie prac budowlanych

Następnie przeprowadzono ocenę oddziaływania na zdrowie ludzkie w powiązaniu ze zmianami stężeń krótkotrwałych (średnich dobowych) cząstek zawieszonych $\text{PM}_{2,5}$, PM_{10} i dwutlenku azotu w trakcie prac budowlanych. Źródłem zanieczyszczenia atmosfery będzie zarówno sam obszar placu budowy, jak też generowany ruch samochodowy. Ocenę przeprowadzono dla najbardziej dotkniętej części zabudowy, a mianowicie pod kątem oddziaływania budowy SMR ETE oraz wspólnego oddziaływania działań budowlanych w ramach planowanych przedsięwzięć SMR ETE i NJZ ETE. W przypadku budowy SMR ETE spodziewany jest maksymalny krótkotrwały wzrost dobowych stężeń cząstek $\text{PM}_{2,5}$ nawet o $50,6 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$, cząstek PM_{10} o $168,5 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$, a w przypadku NO_2 wzrost wynosi $3,4 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$. W skumulowaniu z budową planowanego przedsięwzięcia NJZ ETE jest to wzrost dobowych stężeń cząstek $\text{PM}_{2,5}$ nawet o $180 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$, cząstek PM_{10} o $600 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ oraz NO_2 o $3,5 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$. Są to wartości maksymalne, które mogą potencjalnie wystąpić przy zbiegu najmniej sprzyjających warunków meteorologicznych i emisyjnych. Obliczenia zmian stężeń imisyjnych przeprowadzono bez uwzględniania środków mających na celu ograniczenie oddziaływania budowy na jakość atmosfery.

Określenia liczbowego dokonano dla narażenia dobowego. Wyniki oceny podsumowuje następująca tabela.

Tab. 10. Ocena zmian wskaźnika ryzyka zdrowotnego w zabudowie mieszkalnej w wyniku zmian w obciążeniu imisyjnym PM_{2,5} a NO₂

Wielkość imisji	Skutek zdrowotny	Segment populacji	Stan wyjściowy	Budowa NJZ ETE		Budowa SMR ETE	
				Stan z planowanym przedsięwzięciem	Różnica	Stan z planowanym przedsięwzięciem	Różnica
PM _{2,5} średnia dobową	naturalna umieralność dorosłych*	ogólna	0,000015	0,000349	0,000334	0,000109	0,000094
PM _{2,5} średnia dobową	zachorowalność – choroby układu krążenia	ogólna	0,000041	0,000983	0,000942	0,000306	0,000265
PM ₁₀ średnia dobową	Dni ograniczonej aktywności (RADS) – absencja szkolna	5–14 lat	0,014660	0,729814	0,715153	0,215499	0,200839
PM ₂ średnia dobową	naturalna umieralność dorosłych*	ogólna	0,000015	0,000024	0,000009	0,000019	0,000004
PM ₂ średnia dobową	zachorowalność – choroby układu oddechowego	ogólna	0,000023	0,000030	0,000007	0,000030	0,000007

Z tabeli wynika, że za każdy dzień, w którym wystąpią najwyższe obliczone wartości dobowe, nastąpi wzrost naturalnej umieralności najwyższej rzędu dziesięciotysięcznych części nowego przypadku oraz wzrost zapadalności na choroby układu krążenia rzędu około jednej tysięcznej części nowego przypadku. W przypadku dni ograniczonej aktywności wyrażonych jako absencja szkolna, podczas współbieżnej budowy NJZ ETE i SMR ETE, obliczono wzrost tuż poniżej progu jednego przypadku. Wynik można interpretować w taki sposób, że przy maksymalnych wartościach narażenia nie jest spodziewane jakiejkolwiek istotne oddziaływanie na umieralność ani zachorowalność w sensie zdefiniowanych diagnoz, może jednak dochodzić do skutków zdrowotnych w formie lżejszych objawów oddechowych (które objawiają się ograniczoną aktywnością).

W tym przypadku obowiązuje jednak zasada, że obliczenia są przeprowadzane dla teoretycznego zbiegu niekorzystnych okoliczności zarówno po stronie budowy (najwyższa emisja), jak i po stronie warunków meteorologicznych, a mając na uwadze, że jest to narażenie na cząstki PM₁₀ (czyli pył), ten zbieg niekorzystnych okoliczności można za pomocą środków technicznych w zasadzie wyeliminować. Środkiem do tego są działania mające na celu minimalizację emisji cząstek pyłowych, które zostały wskazane w analizie rozprzestrzeniania. Przy założeniu przestrzegania tych działań nie będzie dochodzić do opisanych maksymalnych wzrostów narażenia, a tym samym do powiązanych skutków zdrowotnych (względnie skutki te zostaną zredukowane do poziomu wartości średnich, opisanych w rozdz. 6.2.1–6.2.3).

7. ODDZIAŁYWANIE HAŁASU

Ocena oddziaływania obciążenia hałasem w związku z planowanym przedsięwzięciem SMR ETE na zdrowie ludzkie została przeprowadzona wraz z oceną oddziaływania zanieczyszczenia atmosfery w osobnej analizie [3]. Zidentyfikowane skutki hałasu dla zdrowia ludzkiego, które są brane pod uwagę w ramach przedstawianej oceny, są związane wyłącznie z długotrwałymi (kilkuletnimi) narażeniami. Z tego powodu oceniany jest wyłącznie etap eksploatacji planowanego przedsięwzięcia. Na etapie budowy nie przewiduje się oddziaływania hałasu na zdrowie mieszkańców zamieszkujących w okolicach planowanego przedsięwzięcia. Zgodnie z wyjściowymi analizami dot. hałasu [30, 31], przeprowadzono następnie ocenę dla następujących stanów:

- Stan przyszły (rok 2034) – obciążenie ruchem/transportem dla 2034 roku
 - Eksploatacja ETE1,2, bez eksploatacji SMR ETE
 - Eksploatacja ETE1,2, z eksploatacją SMR ETE
- Stan przyszły (rok 2034) – stacjonarne źródła hałasu
 - Eksploatacja ETE1,2, z eksploatacją SMR ETE
- Stan docelowy (rok 2042) – obciążenie ruchem dla 2042 roku
 - Eksploatacja ETE1,2 + eksploatacja NJZ ETE, bez eksploatacji SMR ETE
 - Eksploatacja ETE1,2 + eksploatacja NJZ ETE, z eksploatacją SMR ETE
- Stan docelowy (rok 2042) – stacjonarne źródła hałasu
 - Eksploatacja ETE1,2 + eksploatacja NJZ ETE, z eksploatacją SMR ETE

W kolejnych rozdziałach przedstawiono zestawienie informacji dotyczących oddziaływania hałasu na zdrowie ludzkie, a następnie podsumowanie wyników ilościowego określenia ryzyka zdrowotnego, względnie powiązanych wskaźników (dokuczliwość, zakłócanie snu).

7.1. Identyfikacja zagrożenia i zależności dawka - efekt

Niekorzystne skutki zdrowotne hałasu dla zdrowia ludzkiego są ogólnie definiowane jako zmiany morfologiczne lub funkcjonalne organizmu, które prowadzą do pogorszenia jego funkcji, zmniejszenia zdolności kompensacyjnych wobec stresu lub zwiększenia wrażliwości na inne niekorzystne oddziaływania środowiska. Skutki hałasu dla zdrowia ludzkiego można z pewnym uproszczeniem podzielić na skutki specyficzne, objawiające się zaburzeniami czynności aparatu słuchowego, oraz na skutki niespecyficzne (pozasłuchowe), kiedy dochodzi do wpływu na funkcje różnych układów organizmu.

W przypadku normalnego narażenia na hałas związany z transportem objawiają

się w szczególności skutki systemowe (niespecyficzne), przy których dochodzi do wpływu na funkcje różnych układów organizmu, a często współuczestniczy w nich reakcja stresowa, wpływ na sen oraz wyższe funkcje nerwowe. Przewlekły stres spowodowany hałasem może się przyczynić do wywołania lub przyspieszenia przebiegu chorób o wieloczynnikowych przyczynach.

Za wystarczająco udowodnione poważne skutki hałasu uznaje się, zgodnie z aktualnymi wytycznymi WHO [33], dokuczliwość, zakłócanie snu, choroby układu sercowo-naczyniowego, pogorszenie funkcji poznawczych oraz uszkodzenie aparatu słuchowego. W poniższym zestawieniu przedstawiono krótką charakterystykę tych skutków według SZÚ: [34]:

- **Dokuczliwość hałasu** jest najpowszechniejszą reakcją ludzi na obciążenie hałasem. Jako dokuczliwość określa się stan psychiczny powstający podczas mimowolnego postrzegania oddziaływań, do których jednostka ma nastawienie odmowne i na które reaguje uczuciem oporu, rozdrażnienia, a w niektórych przypadkach nawet zaburzeniami psychosomatycznymi; dla uproszczenia jako dokuczliwość określa się również inne negatywne emocje w związku z hałasem (złość, niezadowolenie, lęk, wzburzenie). Dokuczliwość jest w istotnym stopniu uwarunkowana indywidualnymi cechami odbiorcy; z punktu widzenia jednostki jest więc uważana za czynnik o działaniu bezprogowym, co oznacza, że osobie wrażliwej mogą dokuczać nawet najcichsze dźwięki.
- **Niekorzystny wpływ hałasu na sen** objawia się w sposób udowodniony w postaci zmian reakcji fizjologicznych (zmiany tętna, objawy wybudzenia w EEG, zmiany czasu trwania faz snu, zwiększona ruchliwość podczas snu, trudności z zasypianiem, wybudzanie, skrócenie czasu snu), istnieją również wystarczające dowody na subiektywnie odczuwane zaburzenia snu, bezsenność środowiskową oraz zwiększone przyjmowanie leków nasennych. Skutki zdrowotne zakłócania snu hałasem nocnym obejmują zmiany poziomu hormonów stresu, choroby układu sercowo-naczyniowego, zaburzenia psychiczne, otyłość, skrócenie oczekiwanej długości życia, zwiększoną częstość wypadków przy pracy oraz konsekwencje psychospołeczne (senność i zmęczenie, rozdrażnienie, obniżona wydajność, pogorszenie zdolności poznawczych, naruszenie kontaktów społecznych).
- **Wpływ hałasu na układ sercowo-naczyniowy** w wyniku oddziaływania hałasu został wykazany w wielu badaniach epidemiologicznych. Uznawanym mechanizmem jest tutaj reakcja stresowa organizmu, kiedy sygnał dźwiękowy jest podświadomie oceniany jako alarmujący i dochodzi do reakcji stresowej związanej z aktywacją autonomicznego układu nerwowego oraz uwalnianiem hormonów stresu, co prowadzi do przejściowego podwyższenia ciśnienia tętniczego, tętna i skurczu naczyń krwionośnych. Po długotrwałym narażeniu u osób wrażliwych mogą się następnie rozwinąć trwałe skutki, takie jak nadciśnienie tętnicze i choroba niedokrwienna serca. Kolejnymi możliwymi mechanizmami oddziaływania hałasu na układ sercowo-naczyniowy są ubytek magnezu (który w wyniku powtarzających się impulsów nerwowych jest wypłukiwany z organizmu) lub długotrwały brak snu i jego konsekwencje. Według aktualnych danych WHO za udowodniony uznaje się wzrost ryzyka choroby niedokrwiennej serca w wyniku hałasu związanego z transportem drogowym, natomiast w przypadku wcześniej

opisywanego ryzyka nadciśnienia tętniczego jakoś dowodów jest obecnie uważana za niską, a w przypadku udaru mózgu wyniki są sprzeczne.

- **Pogorszenie zdolności poznawczych** spowodowane hałasem obejmuje zaburzenia rozumienia mowy, zaburzenia uwagi oraz zmniejszenie pojemności pamięci roboczej. Konsekwencją jest pogorszenie wydajności, gorsze wyniki podczas wykonywania zadań, błędy w pracy, ewentualnie doprowadzanie do wypadków i urazów. Hałas może też w poważny sposób zakłócać komunikację werbalną, ewentualnie zagłuszać inne ważne pod względem informacyjnym sygnały. Pogorszenie komunikacji werbalnej ma szereg udowodnionych niekorzystnych konsekwencji w obszarze zachowań i relacji, prowadzi do rozdrażnienia, niepewności, spadku wydajności pracy oraz poczucia niezadowolenia. Podczas badań terenowych potwierdzono zależność między hałasem związanym z transportem lotniczym a pogorszeniem zdolności czytania, rozumienia mowy i wyników w testach u dzieci w wieku szkolnym, natomiast w przypadku hałasu związanym z transportem drogowym i kolejowym wyniki są niespójne, a jakoś dowodów jest niewystarczająca.
- **Uszkodzenie aparatu słuchowego** zasadniczo obejmuje dwa mechanizmy. Ekstremalnie wysokie poziomy ciśnienia akustycznego mogą wywołać uraz akustyczny, którego istotą jest uszkodzenie błony bębenkowej, kosteczek słuchowych lub błędnika błoniastego, a następstwem jest trwałe uszkodzenie słuchu. W przypadku długotrwałego lub nawet całozyciowego oddziaływania hałasu na aparat słuchowy dochodzi do uszkodzenia słuchu, którego istotą są początkowo przejściowe, a następnie trwałe zmiany funkcjonalne i morfologiczne komórek zmysłowych i nerwowych narządu Cortiego ucha wewnętrznego. Zaburzenia te początkowo objawiają się tymczasowym podwyższeniem progu słyszalności, a przy dalszym oddziaływaniu hałasu, po pewnej latencji, dochodzi do trwałego uszkodzenia słuchu. Uszkodzenie słuchu zostało wystarczająco udowodnione w przypadku narażenia zawodowego na hałas w zależności od poziomu równoważnego ciśnienia akustycznego oraz liczby lat narażenia, istnieje jednak również w przypadku hałasu w środowisku pozazawodowym, np. w związku z hałasem związanym z aktywnością w czasie wolnym. Utrata słuchu jest wtedy zazwyczaj wynikiem połączonego narażenia na hałas z różnych źródeł, tj. ze środowiska pracy i życia oraz z aktywności w czasie wolnym.

Oddziaływanie hałasu uważa się za bezprogowe (tj. nie można określić bezpiecznego progu, poniżej którego skutek już nie występuje), w praktyce jednak pracuje się z określonymi wartościami granicznymi, powyżej których zależność skutku od narażenia na hałas uważa się za istotną. WHO wskazuje następujące zalecane wartości narażenia na hałas związane z transportem drogowym:

- wartość średnia, wyrażona wskaźnikiem hałasu dzień-wieczór-noc (L_{dvn}) – 53 dB
- hałas nocny (L_n) – 45 dB

Do ilościowej oceny oddziaływania hałasu związanego z transportem drogowym na rozpatrywanym obszarze zastosowano procedury określone w instrukcji autoryzacyjnej SZÚ [32] i wynikające z Annex III Dyrektywy Komisji (UE) 2020/367. Ocena została przeprowadzona dla następujących skutków hałasu:

- silna dokuczliwość
- silne zakłócanie snu
- choroba niedokrwienna serca (ICHHS)

7.2. Ocena narażenia i charakterystyka ryzyka

Na podstawie wyników analizy akustycznej określono liczbowo udział mieszkańców w strefach obciążenia hałasem powyżej progu zalecanych wartości narażenia, poziom silnej dokuczliwości hałasu, silnego zakłócania snu oraz częstość występowania ICHHS w wyniku obciążenia hałasem związanym z transportem drogowym. Jak wynika z przeprowadzonej oceny, w okolicznej zabudowie już w stanie bez planowanego przedsięwzięcia udział mieszkańców w strefach powyżej wartości referencyjnej według WHO dla średniego hałasu dzień-wieczór-noc oraz dla hałasu nocnego będzie wynosił 100%. W wyniku planowanego przedsięwzięcia nie nastąpi żadna zmiana. Wyniki liczbowego określenia skutków hałasu podsumowuje następująca tabela.

Tab. 11. Łączne wartości poziomu silnej dokuczliwości, silnego zakłócania snu oraz występowania ICHHS, ruch drogowy (dla łącznej liczby 350 dotkniętych mieszkańców)

	Bez planowanego przedsięwzięcia	Z planowanym przedsięwzięciem	Zmiana
Rok 2034			
Silna dokuczliwość	64	65	1
Silne zakłócanie snu	19	19	0
Występowanie ICHHS	0.2358	0.2381	0.0023
Rok 2042			
Silna dokuczliwość	65	66	1
Silne zakłócanie snu	19	19	0
Występowanie ICHHS	0.2421	0.2443	0.0022

Z wyników oceny wynika, że:

- liczba mieszkańców odczuwających silną dokuczliwość hałasu związanego z transportem drogowym w okolicznej istniejącej zabudowie w stanie wyjściowym wynosi 64 względnie 65 osób, w wyniku planowanego przedsięwzięcia obliczono wzrost o jeden przypadek
- liczba mieszkańców odczuwających silne zakłócanie snu wynosi w obu stanach 19 osób, w wyniku planowanego przedsięwzięcia nie odnotowano żadnej zmiany
- wzrost wskaźnika ryzyka sercowo-naczyniowego (liczba przypadków ICHHS) obliczono do ok. 0,0022–0,0023 przypadków, jest to więc zmiana całkowicie pomijalna.

Ogólnie można zatem stwierdzić, że w wyniku planowanego przedsięwzięcia dojdzie do bardzo niewielkiego wzrostu poziomu dokuczliwości (o 1 przypadek na 350 dotkniętych mieszkańców). W przypadku występowania ICHS, zmiana kształtuje się o kilka rzędów wielkości poniżej granicy rozróżnialności.

Z orientacyjnej oceny oddziaływania źródeł stacjonarnych wynika natomiast, że ich eksploatacja może powodować wystąpienie dokuczliwości lub zakłócania snu wyłącznie w lokalizacji Kočín, i to na poziomie 2–3% dotkniętych mieszkańców, a biorąc pod uwagę liczbę dotkniętych mieszkańców, chodzi zatem najwyżej o pojedyncze przypadki.

8. ODDZIAŁYWANIE PSYCHOLOGICZNE

Istotnym aspektem oceny oddziaływania planowanego przedsięwzięcia na zdrowie publiczne jest ocena jego oddziaływania psychologicznego na ludność okolicznych miejscowości. Stan psychiczny ludności jest monitorowany długoterminowo w ramach Programu monitorowania i oceny oddziaływania Elektrowni Jądrowej Temelín na środowisko, który definiuje zestaw działań w zakresie monitorowania i oceny składników oraz wskaźników stanu środowiska wykraczający poza ustawowe obowiązki operatora elektrowni. Opiera się to na założeniu, że w przypadku ludności w najbliższej okolicy potencjalnie negatywny wpływ mogłyby mieć obawy związane z bliskością elektrowni jądrowej i powiązaniem z nią potencjalnym ryzykiem napromieniowania oraz ewentualnych awarii. W programie udokumentowano stan zdrowotny mieszkańców w okresie przedeksploatacyjnym elektrowni, a następnie w regularnych rocznych odstępach czasu opracowywane i oceniane są aktualne dane za ubiegły okres, z jednej strony dla mieszkańców żyjących w pobliżu elektrowni Temelín (tzw. obszar narażony), a z drugiej strony dla mieszkańców żyjących w innych, bardziej odległych regionach o podobnych warunkach przyrodniczych i społeczno-gospodarczych (tzw. obszary kontrolne). Ostatnie jak dotąd badanie zostało przeprowadzone w 2025 roku i nawiązało ono do wcześniejszych badań zrealizowanych w latach 2000, 2002, 2004, 2011 i 2018. Wyniki badania zostały następnie porównane z próbą kontrolną wschodnioczeskiej populacji, nie obciążonej istnieniem elektrowni jądrowej w jej okolicach. Wyniki badania przedstawiono w dokumencie DP14 Analiza stanu psychicznego mieszkańców w lokalizacji Temelín [4]. Podsumowanie najistotniejszych ustaleń badania przedstawiono w poniższym tekście.

Celem przeprowadzonego badania było uściślenie, czy u mieszkańców okolic Elektrowni Jądrowej Temelín występują trudności psychiczne typu labilność, poczucie lęku, stres lub obawy, w większym stopniu niż w grupach populacji, na które obecność elektrowni jądrowej nie ma wpływu. Badanie przeprowadzano zgodnie z metodyką opracowaną specjalnie na potrzeby tego badania. Procedurę opracowano w taki sposób, by umożliwiła identyfikację ewentualnych negatywnych zmian związanych z obecnością elektrowni jądrowej (neurotyzm, skala kłamstwa, objawy depresji, umiejscowienie kontroli, zadowolenie z życia, odczuwany strach i obawy, zdolność do samorealizacji). Zbieranie danych realizowano metodą wywiadu ustrukturyzowanego ankietera z respondentem z wykorzystaniem wspomnianego arkusza wywiadu, a udział respondentów w badaniu był dobrowolny i anonimowy. Pytania i tezy badawcze zostały włączone do spójnego arkusza wywiadu, w którym respondenci zajmowali stanowisko wobec poszczególnych tez za pomocą siedmiostopniowej skali. W celu wyeliminowania świadomości negatywnego nastawienia do ETE (względnie SMR ETE) oraz uniknięcia zniekształcenia danych, arkusz wywiadu został opracowany w taki sposób, by nie wynikało z niego, że badanie ma związek z Elektrownią Jądrową Temelín. Pozyskane dane zostały przetworzone z wykorzystaniem analiz statystycznych i specjalistycznych

programów.

Próba badawcza respondentów obejmowała 550 osób zamieszkujących w okolicach Elektrowni Jądrowej Temelín oraz 551 osób zamieszkujących w Czechach Wschodnich. Struktura próby badawczej respondentów została określona na podstawie wskaźników społecznych i demograficznych ze struktury próby podstawowej, np. płeć, wiek (przedział od 15 lat) lub najwyższe osiągnięte wykształcenie (cztery wybrane poziomy).

Oceniany obszar w okolicach ETE obejmował następujące miejscowości oraz ich części: Dříteň; Nákří (Chvalešovice, Libív, Malešice, Radomilice, Strachovice, Velice, Záblatí i Záblatíčko); Temelín (Kočín, Lhota pod Horami, Litoradice, Sedlec i Zvěrkovice); Týn nad Vltavou (Hněvkovice na lewym brzegu Wełtawy, Koloděje nad Lužnicí, Malá Strana, Netěchovice, Nuzice, Předčice, Vesce i Jarošovice) oraz Všemyslice (Bohunice, Neznašov, Slavětice i Všetec). Próba kontrolna respondentów w Czechach Wschodnich została wybrana spośród mieszkańców powiatów Hradec Králové, Chrudim, Náchod, Rychnov nad Kněžnou, Pardubice, Svitavy i Ústí nad Orlicí.

Na podstawie wyników badania psychologicznego zidentyfikowano statystycznie istotne różnice między próbą temelińską a próbą kontrolną w przypadku neurotyzmu, skali kłamstwa, symptomatologii depresyjnej oraz umiejscowienia kontroli. We wszystkich tych przypadkach korzystniejszy wynik odnotowano zawsze w próbie respondentów z okolic Elektrowni Jądrowej Temelín. Na podstawie wyników badania można zatem stwierdzić, że bliskość Elektrowni Jądrowej Temelín nie wpływa negatywnie na stan psychiczny mieszkańców zamieszkujących w jej okolicach. Ponadto sama elektrownia nie została przez żadnego z respondentów wymieniona ani bezpośrednio wskazana jako przyczyna niezadowolenia z życia.

Podane wyniki są zgodne z wynikami poprzednich badań i potwierdzają długoterminowo obserwowaną tendencję do wyższej jakości życia psychicznego wśród mieszkańców zamieszkujących w okolicach ETE. Można sformułować założenie, że okoliczni mieszkańcy w większości zaakceptowali istnienie elektrowni jądrowej i nie postrzegają jej jako czynnika zagrażającego. Odnotowany stabilny i korzystny rozwój charakterystyk psychologicznych ludności w okolicach Elektrowni Jądrowej Temelín jest jednak zależny od jej bezawaryjnej eksploatacji oraz od bezpieczeństwa energetyki jądrowej ogólnie. Lokalni mieszkańcy bez wątplenia dostrzegają potencjalne ryzyka bezpieczeństwa związane z eksploatacją elektrowni, jednak najwyraźniej w większości uważają ją za bezpieczną, względnie eksploatowaną zgodnie z wysokimi standardami bezpieczeństwa. Istnienie i bliskość ETE nie zakłócają istotnych cech osobowości ani równowagi psychicznej i dobrego samopoczucia mieszkańców w jej bliskiej okolicy.

Na podstawie wyników badania [4] można zatem stwierdzić, że eksploatacja ETE jako całości nie wiąże się z negatywnym oddziaływaniem na stan psychiczny i dobrostan psychiczny mieszkańców zamieszkujących w jej okolicach. Za w pełni

uzasadnione można jednocześnie uznać także założenie, że oddziaływanie ETE na stan psychiczny ludności nie ulegnie zmianie w wyniku lokalizacji planowanego przedsięwzięcia SMR ETE (które reprezentuje nowoczesną technologię powiązaną z wysokim poziomem elementów bezpieczeństwa aktywnego i pasywnego). Taki sam wniosek dotyczy również wspólnego oddziaływania SMR ETE oraz innych istniejących oraz planowanych zakładów w lokalizacji.

9. ODDZIAŁYWANIE SPOŁECZNE I GOSPODARCZE

Przewidywane skutki społeczno-gospodarcze budowy oraz eksploatacji nowego źródła energii jądrowej SMR ETE w lokalizacji Temelín zostały ocenione w ramach dokumentu DP28 – Analiza społeczno-gospodarcza rozwoju regionu. [5]. Analiza pierwotnie ocenia skutki planowanego przedsięwzięcia SMR ETE, uwzględnia jednak również oddziaływanie budowy nowego źródła energii jądrowej w lokalizacji Temelín (zwanej dalej „NJZ ETE”), ponieważ skutki obu budów będą współoddziaływać. Oceniane są przede wszystkim skutki dla ludności, rynku pracy, gospodarki, warunków życia, infrastruktury transportowej, wyposażenia, mieszkalnictwa oraz administracji publicznej obszaru.

Podczas oceny skutków planowanego przedsięwzięcia przedmiotowy obszar zdefiniowano w następujący sposób:

- za obszary dotknięte uważa się miejscowości oraz jednostki samorządu terytorialnego znajdujące się w odległości do 5 km od usytuowania planowanego przedsięwzięcia
- skutki społeczno-gospodarcze oceniano na szerszym obszarze, w promieniu do 10 km od usytuowania planowanego przedsięwzięcia
- w ramach odpowiednich zagadnień do oceny włączono również większe miasta znajdujące się w odległości do 25 km od usytuowania planowanego przedsięwzięcia, na które realizacja planowanego przedsięwzięcia może również wywrzeć wpływ.

W niniejszym rozdziale podsumowano najistotniejsze wyniki wspomnianej analizy.

Zasoby ludzkie

Realizacja planowanego przedsięwzięcia będzie miała wpływ na napływ nowych mieszkańców, związany ze wzrostem liczby miejsc pracy. Zgodnie z założeniami, do zapewnienia eksploatacji SMR ETE po dokończeniu budowy wymaganych będzie około 400 pracowników, natomiast eksploatacja NJZ ETE będzie wymagała około 600 pracowników. W sumie w nowo realizowanych zakładach zatrudnionych będzie zatem około 1000 osób, co może prowadzić nawet do dwukrotnego wzrostu liczby mieszkańców na tym obszarze, biorąc pod uwagę również członków rodzin nowych pracowników. Część tej siły roboczej może pochodzić z szerszych okolic elektrowni, jednak ze względu na specyficzny charakter miejsc pracy i wysokie wymagania co do kwalifikacji pracowników, można założyć, że większość będzie pochodzić z innych, bardziej odległych regionów. Napływ nowych mieszkańców będzie dla regionu korzystny pod wieloma względami. Wysoko wykwalifikowani pracownicy przyczynią się do wzrostu poziomu wykształcenia w regionie, a zwiększenie udziału osób w wieku produkcyjnym złagodzi trend demograficznego starzenia się mieszkańców w regionie, przy czym efekt ten zostanie wzmocniony przez przybycie członków ich rodzin lub przyszłe zakładanie rodzin.

Z perspektywy zasobów ludzkich istotny będzie również etap budowy SMR ETE i NJZ ETE, który łącznie będzie wymagał tysięcy pracowników. Liczba pracowników na budowach nie będzie stała, lecz będzie się zmieniać w zależności od konkretnych etapów budowy oraz stopnia trudności prac. Budowa SMR ETE będzie przebiegać w latach 2028–2036, a średnia dzienna liczba pracowników jest szacowana na 750, jednak na etapie najwyższej aktywności budowlanej, około 2032 roku, może przekraczać 2000 osób. Budowa NJZ ETE jest przewidziana na lata 2032–2042, zatem częściowo będzie przebiegać równolegle z budową SMR ETE. Ze względu na przesunięcie w czasie możliwe będzie przejście części pracowników z budowy SMR ETE, mimo to konieczne będzie jednak zatrudnienie kolejnych pracowników, ponieważ około 2037 roku budowa będzie wymagała nawet 3000 pracowników. Co roku, w latach 2030–2040, w budowie planowanych przedsięwzięć będzie zatem uczestniczyć 2000–3000 pracowników.

Można założyć, że pracownicy zatrudnieni przy budowie planowanych przedsięwzięć SMR ETE i NJZ ETE będą w dużej mierze pochodzić z innych i bardziej odległych obszarów RCz, ewentualnie z zagranicy. Ze względu na wieloletni zakres prac będą oni w znacznej części zakwaterowani w bliskich i szerszych okolicach ETE, będzie to jednak raczej tymczasowa forma migracji. Nie należy oczekiwać, że pracownicy ci będą kupować lokalne nieruchomości w celu długoterminowego pobytu w regionie, ani że przeprowadzą się wraz z nimi członkowie ich rodzin. Wręcz przeciwnie, spodziewana jest zwiększona mobilność tych osób (zarówno regularna, jak i nieregularna), właśnie z powodu rozłąki z rodziną. Po zakończeniu budowy spodziewany jest odpływ zdecydowanej większości tych osób.

W związku z pokrywaniem się okresu wprowadzenia SMR ETE do eksploatacji (około 2034 roku) z okresem budowy NJZ ETE (założenie 2032–2041) w latach tych można się spodziewać największego napływu nowo przybyłych osób. Na podstawie założeń geograficznych oraz doświadczeń z budowy pierwszych dwóch bloków Elektrowni Jądrowej Temelín można się spodziewać największej presji demograficznej i zwiększonego popytu na zakwaterowanie krótkoterminowe oraz mieszkalnictwo długoterminowe w mieście Týn nad Vltavou. Zwiększona liczba mieszkańców przełoży się wówczas również na wyższe natężenie ruchu, większe wymagania w zakresie publicznej obsługi transportowej lub bardziej kosztowne utrzymanie infrastruktury transportowej.

Rynek pracy

Elektrownia Jądrowa Temelín swoim istnieniem istotnie wpływa na rynek pracy, ponieważ już obecnie zatrudnia około 1500 osób i jest tym samym kluczowym pracodawcą na całym przedmiotowym obszarze. Jednym z następstw jest stosunkowo niski poziom bezrobocia, który na dzień 31.12.2024 r. wynosił 3,1% w mieście Týn nad Vltavou oraz 2,8% w 20 miejscowościach znajdujących się w odległości do 10 km od Elektrowni Jądrowej Temelín, podczas gdy średnia krajowa osiągała 4,1%.

W wyniku realizacji SMR ETE i NJZ ETE nastąpi wzrost o 1000 nowych pracowników. Ze względu na charakter eksploatacji elektrowni oraz wysokie wymagania co do kwalifikacji pracowników, tamtejsze miejsca pracy są stabilne i długoterminowe. Specyficzne warunki wstępne ograniczają jednak możliwość zatrudnienia osób z niższym poziomem wykształcenia lub z niepełnosprawnościami. Budowa SMR ETE i NJZ ETE doprowadzi do stabilizacji poziomu bezrobocia na niskich wartościach, jednak również w tym przypadku możliwość zatrudnienia osób z niższym poziomem wykształcenia jest ograniczona. Można się spodziewać, że zdecydowana większość nowych miejsc pracy, ze względu na ograniczoną podaż odpowiednich kandydatów, zostanie obsadzona przez kandydatów z innych regionów. Kolejne możliwości zatrudnienia będą zapewniać na przykład firmy dostawcze powiązane z eksploatacją elektrowni. Specyficzny rodzaj miejsc pracy zaoferuje sama budowa SMR ETE i NJZ ETE, która częściowo umożliwi zatrudnienie osób z niższym poziomem wykształcenia, jednak wyłącznie tymczasowo, na czas trwania budowy.

Eksploatacja Elektrowni Jądrowej Temelín wpływa też na strukturę potoków dojazdów w regionie. Bez obecności ETE większość aktywnych zawodowo mieszkańców regionu prawdopodobnie dojeżdżałaby do Czeskich Budziejowic lub innych większych miast. Obecnie jednak Temelín należy do głównych kierunków dojazdów we wszystkich miejscowościach w bliskiej i dalszej okolicy. Największe potoki dojazdów zmierzają wówczas do Temelína z miasta Týn nad Vltavou (564 osoby według Spisu 2021) i Czeskich Budziejowic (553 osoby według Spisu 2021). Po realizacji SMR ETE i NJZ ETE dojeżdżanie do Temelína jeszcze bardziej się nasili.

Istotnym wkładem jest współpraca Elektrowni Jądrowej Temelín ze szkołami w regionie. Jest to wzajemnie korzystna relacja, ponieważ wsparcie dla szkół i specjalistycznego kształcenia technicznego może w przyszłości ułatwić poszukiwanie nowych wykwalifikowanych pracowników, podczas gdy szkoły mogą zapewnić swoim uczniom edukację w ścisłym kontakcie z praktyką, ewentualnie także znalezienie zatrudnienia na przyszłość. Współpraca ETE ze szkołami może prowadzić także do powstania nowych, specjalistycznych kierunków, potrzebnych do eksploatacji elektrowni.

Gospodarka

Elektrownia Jądrowa Temelín jest znaczącym podmiotem gospodarczym, który można uznać za istotny element stabilizujący gospodarkę regionu, którego eksploatacja wpływa na strukturę gospodarczą całego regionu. Ze względu na dużą liczbę pracowników ETE wzrasta udział poziomu zatrudnienia w przemyśle, co zostanie jeszcze bardziej wzmocnione dzięki realizacji SMR ETE i NJZ ETE.

Jak już wspomniano, realizacja planowanych przedsięwzięć SMR ETE i NJZ ETE spowoduje powstanie około 1000 miejsc pracy, co może prowadzić do napływu

nawet dwukrotnie większej liczby osób. Przybycie członków rodzin nowych pracowników elektrowni spowoduje wzrost liczby mieszkańców aktywnych zawodowo, którzy mogą pozytywnie wpłynąć na strukturę działalności przedsiębiorców w regionie. Nowo przybyli mieszkańcy będą też wspierać rozwój środowiska przedsiębiorców poprzez popyt na usługi na przedmiotowym obszarze. Jednak z uwagi na bliskie położenie miejscowości z przedmiotowego obszaru względem znaczących miast (przede wszystkim Czeskich Budziejowic), wpływ rozbudowy ETE nie jest w tym zakresie zbyt znaczący.

Eksploatacja elektrowni jest zapewniana między innymi dzięki sieci około 200 wykwalifikowanych dostawców usług i materiałów. Istotna część dostawców ma siedzibę w pobliżu Elektrowni Jądrowej Dukovany, tylko jeden z nich ma siedzibę w kraju południowo-czeskim. Realizacja budowy SMR ETE i NJZ ETE może stworzyć okazję do większego zaistnienia lokalnych firm dostawczych. Nawiązanie łańcuchów dostaw z lokalnymi spółkami powinno, oprócz zwiększenia efektywności, przyczynić się również do rozwoju gospodarki wspomnianego kraju.

Elektrownia Jądrowa Temelín, ani też realizacja planowanych przedsięwzięć SMR ETE i NJZ ETE, nie będą miały bardziej znaczącego wpływu na rozwój ruchu turystycznego. Turyści przybywający w celu zwiedzania zabytków, poznawania kultury lub podziwiania przyrody południowych Czech, robiliby to samo również bez istnienia elektrowni. Sama elektrownia może jednak zostać zaliczona do ciekawostek turystycznych regionu. W 2023 roku, centrum informacyjne Elektrowni Jądrowej Temelín odwiedziło prawie 42 tysiące osób. Po zakończeniu budowy SMR ETE można się natomiast spodziewać zwiększonej liczby odwiedzających centrum informacyjne, ponieważ będzie to pierwszy reaktor tego typu na terytorium RCz. Pomimo tego, zakładany wpływ planowanego przedsięwzięcia na rozwój ruchu turystycznego jest bardzo słaby. Nie jest zatem przewidywany także znaczący wpływ planowanego przedsięwzięcia na obiekty zakwaterowania w regionie.

Warunki do życia

W okresie budowy prawdopodobny jest wzrost liczby połączeń transportu publicznego oraz niektórych powiązanych usług z powodu na większego ruchu osób. Budowa planowanego przedsięwzięcia nie wymaga budowy nowej infrastruktury transportu publicznego, będzie w pełni korzystać z istniejącej infrastruktury. Niektóre drogi wojewódzkie, znajdujące się w pobliżu ETE, są w nieodpowiednim stanie i przed rozpoczęciem budowy SMR ETE zostaną wyremontowane, by w wyniku prac budowlanych nie nastąpiła ich całkowita degradacja. Ponadto przewiduje się, że niektóre drogi, które obecnie są w dobrym stanie, mogą ulec uszkodzeniu po 2030 roku, w wyniku budowy i konieczny będzie ich remont lub przebudowa. Transport budowlany związany z SMR ETE zostanie zaplanowany w taki sposób, by nie dochodziło do pokrywania się prac najbardziej wymagających pod względem logistycznym z budową NJZ ETE. W

wyniku transportu budowlanego, najbardziej obciążona będzie droga II/105, która będzie zapewniać obsługę transportową planowanego przedsięwzięcia, a także odcinek drogi II/138 w pobliżu planowanego przedsięwzięcia SMR ETE. Wzrost natężenia ruchu na drodze II/138 w trakcie budowy wyniesie, z uwagi na obecne niskie obciążenie, nawet 70%, natomiast na drodze II/105 kształtować się będzie na poziomie od kilkunastu do trzydziestu procent.

Po uruchomieniu planowanych przedsięwzięć SMR ETE i NJZ ETE, w wyniku ich obsługi transportowej, nastąpi wzrost łącznego natężenia ruchu do 54% w przypadku odcinka drogi II/138 oraz do 11% w przypadku głównej drogi dojazdowej II/105. Obciążenie ruchem generowane przez planowane przedsięwzięcia nie jest zatem pomijalne, jednak istniejąca sieć drogowa jest przygotowana do tego wzrostu pod względem przepustowości i nie ma zatem konieczności podejmowania żadnych specjalnych ani dodatkowych środków. Wzrost natężenia ruchu jest zatem akceptowalny.

Obecność Elektrowni Jądrowej Temelín istotnie wpływa na dostępność usług na przedmiotowym obszarze (podmioty komercyjne, szkoły, placówki służby zdrowia, usługi społeczne itp.). Koncentracja i dostępność usług są tutaj na poziomie powyżej średniej w porównaniu z innymi podobnymi regionami wiejskimi, gdzie objawia się raczej tendencja do stopniowego spadku usług. Realizacja planowanych przedsięwzięć SMR ETE i NJZ ETE spowoduje tymczasowy napływ tysięcy pracowników budowlanych na przedmiotowy obszar oraz przybycie na stałe około 1000, przeważnie wysoko wykwalifikowanych pracowników operacyjnych. Ten wzrost populacyjny pobudzi popyt na usługi, co będzie miało pozytywny wpływ na świadczenie i utrzymanie obecnych usług, a także rozwój nowych.

Eksploatacja Elektrowni Jądrowej Temelín ma też pozytywny wpływ na rozwój infrastruktury gmin na przedmiotowym obszarze, który spółka ČEZ, jako operator elektrowni, długoterminowo wspiera w ramach różnych programów sponsorskich. Owo wsparcie okolicznych gmin w znaczący sposób pomaga w poprawie jakości warunków życia lokalnych mieszkańców. W przypadku realizacji planowanych przedsięwzięć SMR ETE i NJZ ETE można się zatem spodziewać kolejnego, ciągłego wsparcia w tym zakresie.

Budownictwo mieszkaniowe i ceny nieruchomości

Planowane przedsięwzięcia SMR ETE i NJZ ETE są usytuowane w bezpośrednim sąsiedztwie istniejącego terenu przemysłowego Elektrowni Jądrowej Temelín, w wystarczającej odległości od najbliższych zamieszkałych obszarów lub terenów przeznaczonych w planie zagospodarowania przestrzennego pod zabudowę mieszkalną. Najbliższą zabudową mieszkalną względem terenu planowanego przedsięwzięcia SMR ETE jest część gminy Temelín-Kočín, znajdująca się ok. 1,1 km

na południe, oraz gmina Temelín, znajdująca się ok. 2,5 km na północny zachód. Natomiast w przypadku NJZ ETE, najbliższej znajdują się gmina Temelín, ok. 0,9 km na północny zachód oraz części gminy Temelín – Kočín ok. 2 km na południe oraz Sedlec ok. 2,3 km na zachód. Realizacja planowanych przedsięwzięć nie spowoduje żadnych zmian w strukturze osadniczej obszaru, nastąpi jedynie rozbudowa istniejącego terenu elektrowni. Negatywne oddziaływanie społeczne budowy związane np. z przesiedlaniem mieszkańców są zatem wykluczone.

W związku z realizacją planowanych przedsięwzięć nie przewiduje się rozpoczęcia zakrojonego na szerszą skalę budownictwa mieszkaniowego. Zakłada się, że zakwaterowanie pracowników budowlanych będzie zapewnione przede wszystkim w obiektach zakwaterowania zbiorowego, mieszkaniach na wynajem oraz w obiektach ETE wybudowanych na potrzeby zakwaterowania pracowników budowy. Przybyli pracownicy operacyjni będą natomiast raczej poszukiwać własnego mieszkania lub mieszkania na wynajem i można się spodziewać ich koncentracji przede wszystkim w pobliskim mieście Týn nad Vltavou lub w Czeskich Budziejowicach.

Bliskość Elektrowni Jądrowej Temelín jest czynnikiem wpływającym na ceny nieruchomości na przedmiotowym obszarze. Czynniki te mogą być przez niektórych postrzegane negatywnie, co może prowadzić do niższych cen. Jednak ciągle rosnąca liczba pracowników elektrowni, przy spodziewanym dalszym wzroście w związku z realizacją planowanych przedsięwzięć SMR ETE i NJZ ETE, prowadzi do większego popytu na nieruchomości na przedmiotowym obszarze, co podnosi ich cenę. W przypadku realizacji planowanych przedsięwzięć można się spodziewać umiarkowanego wzrostu cen nieruchomości oraz znacznego wzrostu cen gruntów z przeznaczeniem pod działki budowlane. Realizacja planowanych przedsięwzięć będzie miała jedynie minimalny wpływ na ceny gruntów rolnych. Należy wspomnieć, że na rosnące ceny w pewnym stopniu wpływa również bliskość większych miast oraz efekt suburbanizacji. Na ceny niektórych nieruchomości w pobliżu głównych ciągów komunikacyjnych może ponadto na krótko negatywnie wpłynąć etap budowy planowanych przedsięwzięć, na przykład z powodu zwiększonego obciążenia ruchem, hałasem lub zapyleniem spowodowanego przez budowę. Ogólnie można zakładać, że negatywne skutki realizacji planowanych przedsięwzięć nie będą zbyt znaczące, a mianowicie przede wszystkim dzięki atrakcyjności Elektrowni Jądrowej Temelín jako stabilnego pracodawcy, bliskości większych miast w zasięgu dojazdu, walorom przyrodniczym krajobrazu lub ponadprzeciętnemu poziomowi wyposażenia obszaru.

Zarządzanie obszarem

Obecność i eksploatacja Elektrowni Jądrowej Temelín wpływa też na wykonywanie zadań administracji publicznej przez gminy na przedmiotowym obszarze. Efekt ten jest najbardziej widoczny w przypadku gminy Temelín, na obszarze której znajduje się elektrownia. Dzięki temu gmina dysponuje stosunkowo wysokimi

dochodami budżetowymi, które pochodzą przede wszystkim z podatku od nieruchomości oraz z podziału dochodów z tytułu udziałów w podatkach, który uwzględnia dużą liczbę pracowników elektrowni. Budżet gminy Temelín jest znacznie wyższy w porównaniu z innymi gminami o podobnej wielkości, co pozwala jej przeznaczać więcej środków na rozwój gminy i poprawę jakości życia lokalnych mieszkańców.

Spółka ČEZ, która jest operatorem Elektrowni Jądrowej Temelín, aktywnie wspiera rozwój regionów, w których prowadzi działalność, a przede wszystkim poprzez przekazywanie darowizn lub sponsoring reklamowy na rzecz gmin lub osób prawnych. W 2023 roku Fundacja ČEZ udzieliła wsparcia finansowego podmiotom prawnym działającym na obszarze w promieniu do 10 km od Elektrowni Jądrowej Temelín w wysokości 2 135 490 CZK, natomiast gminom na tym samym obszarze przekazała darowizny o wartości 2 456 389 CZK.

W przypadku realizacji planowanych przedsięwzięć SMR ETE i NJZ ETE można się spodziewać, że wsparcie finansowe udzielane przez operatora elektrowni na rzecz przedmiotowych gmin i podmiotów prawnych będzie nadal kontynuowane. Rozszerzenie eksploatacji i wzrost liczby pracowników wpłynie też pozytywnie na dochody podatkowe gminy Temelín. Rozwój lokalizacji ETE pozwala zatem na dalszą stabilizację i rozwój regionu oraz utrzymanie wysokiej jakości warunków życia, które są w porównaniu z innymi regionami na poziomie powyżej średniej.

Podsumowując, można stwierdzić, że planowane przedsięwzięcie SMR ETE przyniesie korzyści gospodarcze mieszkańcom okolicznego obszaru, przy czym efekt ten zostanie dodatkowo wzmocniony w przypadku skumulowania z planowanym przedsięwzięciem NJZ ETE. Z rozwojem gospodarczym wiązać się będzie również poprawa poziomu życia społecznego na rozpatrywanym obszarze. Negatywne aspekty rozwoju mogą się wiązać przede wszystkim z potencjalnymi skutkami środowiskowymi wynikającymi ze zwiększonego obciążenia ruchem; oddziaływanie to jest przedmiotem osobnej oceny [3] i zostało omówione w ramach przedstawianego dokumentu w rozdziałach 6 i 7.

10. DANE DOTYCZĄCE ODDZIAŁYWANIA NA ZDROWIE O CHARAKTERZE TRANSGRANICZNYM

Analiza wyjściowa [1] ocenia też ryzyko obciążenia radiacyjnego wynikające z eksploatacji dla łącznego oddziaływania ETE1,2, NJZ ETE i SMR ETE (oddziaływanie SVJP jest zerowe) na obszarach przygranicznych Austrii i Niemiec, wraz z wyliczeniem udziału SMR ETE w ustalonych wartościach:

- Dla skumulowanego oddziaływania na obszary przygraniczne Austrii określono osobę reprezentatywną w lokalizacji Rottal w kategorii wiekowej 6–15 lat. Maksymalna roczna dawka skuteczna od uwolnień SMR ETE, ETE1,2 i NJZ ETE dla tej osoby reprezentatywnej nie przekroczy 50 nSv. W przypadku okresu narażenia wynoszącego 70 lat, odpowiada temu łączny uszczerbek na zdrowiu na poziomie 2×10^{-7} . Wkład SMR ETE w tę wartość wynosi mniej niż 10%.
- Dla skumulowanego oddziaływania na obszary przygraniczne Niemiec określono osobę reprezentatywną w lokalizacji Schnellenzipf, również w kategorii wiekowej 6–15 lat. Maksymalna roczna dawka skuteczna od uwolnień SMR ETE, ETE1,2 i NJZ ETE dla tej osoby reprezentatywnej nie przekroczy 65 nSv. W przypadku okresu narażenia wynoszącego 70 lat, odpowiada temu łączny uszczerbek na zdrowiu na poziomie $2,6 \times 10^{-7}$. Wkład SMR ETE w tę wartość wynosi mniej niż 5%.

W obu przypadkach ryzyko zdrowotne uznaje się za całkowicie pomijalne, jako że kształtuje się ono na poziomie dolnej ćwiartki rzędu 10^{-7} , co można również wyrazić jako wzrost o jeden przypadek na kilka milionów mieszkańców.

11. CHARAKTERYSTYKA LUK W WIEDZY I NIEOKREŚLONOŚCI

Materiały wyjściowe i informacje służące do oceny oddziaływania na zdrowie publiczne, względnie ryzyka zdrowotnego, są wystarczające. Ocena opiera się na kompleksowym zbiorze ekspertyz, obejmujących oddziaływanie radiacyjne, oddziaływanie pola elektromagnetycznego, oddziaływanie zanieczyszczenia atmosfery oraz hałasu, a także psychologiczne i społeczno-gospodarcze oddziaływanie planowanego przedsięwzięcia. Ogólnie rzecz biorąc, ocena oddziaływania na zdrowie publiczne wiąże się jednak z nieokreślonościami, które dotyczą w szczególności określenia narażenia oraz zależności dawka-efekt. W przypadku określenia narażenia jest to głównie kwestia ustalenia emisji radionuklidów, substancji zanieczyszczających i hałasu za pomocą modeli obliczeniowych, ich rozprzestrzeniania się w środowisku, a także scenariuszy narażenia dla ludności zamieszkującej okolicę. Do obliczeń zastosowano zweryfikowane narzędzia modelowe i pomimo wspomnianych niepewności ich wyniki można uznać za wystarczająco wiarygodne w odniesieniu do wniosków dotyczących oddziaływania na ogólny wskaźnik ryzyka zdrowotnego. Scenariusze narażenia były zawsze dobierane na korzyść bezpieczeństwa, w związku z czym niepewności interpretuje się na niekorzyść planowanego przedsięwzięcia (zwiększenie ryzyka w stosunku do stanu faktycznego).

W zakresie zależności dawka-efekt niepewności dotyczą przede wszystkim wpływu innych czynników na ryzyko indywidualne (styl życia, stan zdrowia, narażenie zawodowe itp.) oraz różnego stopnia wrażliwości osób narażonych. Dane dotyczące zależności dawka-efekt opierają się we wszystkich przypadkach na aktualnych zbiorczych materiałach wyjściowych renomowanych instytucji naukowych (ICRP, ICNIRP, WHO), przy czym zastosowane zależności we wszystkich przypadkach ponownie konsekwentnie stosują podejście na korzyść bezpieczeństwa oceny. W przypadku zagrożeń radiacyjnych, wykraczając poza zalecenia ICRP, zastosowano podwójną wartość współczynnika ryzyka (brak zastosowania współczynnika redukcyjnego) w celu zapewnienia nawiązania do poprzedniej oceny.

Potencjalne niepewności nie wpływają zatem na wiarygodność wniosków niekorzystnie. Przy zsumowaniu wszystkich niepewności przemawiających na niekorzyść planowanego przedsięwzięcia, wyniki określenia ilościowego ryzyka można uznać za raczej przeszacowane, względnie stanowiące górny próg szacunku wskaźnika ryzyka zdrowotnego.

12. WNIOSEK

Przedstawiona analiza dotyczy oceny wpływu realizacji planowanego przedsięwzięcia „Nowe źródło energii jądrowej SMR w lokalizacji Temelín” na zdrowie mieszkańców zamieszkujących w okolicy planowanego przedsięwzięcia. Celem planowanego przedsięwzięcia jest budowa i eksploatacja małego reaktora modułowego (SMR) o mocy elektrycznej netto do 500 MW_e w lokalizacji Temelín. Ocena monitoruje zarówno oddziaływanie samego planowanego przedsięwzięcia SMR ETE, jak i skumulowane oddziaływanie przy uwzględnieniu eksploatacji istniejącej elektrowni oraz innych planowanych przedsięwzięć w danej lokalizacji (Nowe Źródło Energii Jądrowej, rozbudowa przechowalni wypalonego paliwa jądrowego). Oceniano następujące potencjalne oddziaływania:

- oddziaływanie promieniowania jonizującego (obciążenie radiacyjne) związane z uwolnieniami śladowych ilości radionuklidów do atmosfery oraz do cieków wodnych
- oddziaływanie pola elektromagnetycznego związane z prowadzeniem napowietrznych i podziemnych linii elektroenergetycznych
- oddziaływanie zanieczyszczenia atmosfery w związku z budową i eksploatacją planowanego przedsięwzięcia (na etapie eksploatacji chodzi głównie o transport)
- oddziaływanie hałasu w związku z eksploatacją planowanego przedsięwzięcia (oddziaływanie hałasu na zdrowie ludzkie jest ogólnie związane z długotrwałym narażeniem, biorąc pod uwagę określony czas trwania istotnych akustycznie prac budowlanych, nie przewiduje się oddziaływania na etapie budowy)
- oddziaływanie psychologiczne (oceniane na poziomie całej EJ Temelín)
- oddziaływanie społeczne i gospodarcze

Ocena opiera się na ekspertyzach i materiałach wyjściowych, które zostały opracowane dla poszczególnych obszarów potencjalnego oddziaływania planowanego przedsięwzięcia na zdrowie ludzkie. Ekspertyzy te szczegółowo rozwijają problematykę potencjalnego oddziaływania planowanego przedsięwzięcia na ludność i zdrowie ludzkie, a przedstawianą ocenę należy tym samym postrzegać w ich kontekście.

W przypadku oddziaływania radiacyjnego, oddziaływania pola elektromagnetycznego, zanieczyszczenia atmosfery oraz hałasu, przeprowadzono ocenę ilościową i jakościową z zastosowaniem procedur oceny ryzyka zdrowotnego. W przypadku czynników psychologicznych i społeczno-gospodarczych, ze względu na ich charakter, ocena została przeprowadzona w formie jakościowej.

Wyniki oceny podsumowano w poniższym zestawieniu.

Ocena oddziaływania **promieniowania jonizującego (obciążenia radiacyjnego)** jest przeprowadzona dla tzw. osoby reprezentatywnej w rozumieniu ustawy Prawo Atomowe, tj. dla najbardziej dotkniętej części mieszkańców. Oceniane jest oddziaływanie uwolnień radionuklidów do atmosfery i cieków wodnych, w tym ich

wspólne oddziaływanie. Wskaźnik ryzyka zdrowotnego wyraża się jako tak zwany łączny uszczerbek na zdrowiu, który określa prawdopodobieństwo wystąpienia choroby nowotworowej. Z wyników oceny wynika, że łączny uszczerbek na zdrowiu związany z eksploatacją SMR ETE osiąga najwyżej wartość $1,2 \times 10^{-6}$, zatem obliczona wartość odpowiada jednemu przypadkowi na około 835 tysięcy mieszkańców. Dla skumulowanego oddziaływania wszystkich istniejących i planowanych zakładów na terenie ETE łączny uszczerbek na zdrowiu dla osoby reprezentatywnej wynosi najwyżej $1,73 \times 10^{-5}$. Jak widać, ryzyko zdrowotne w przypadku planowanego przedsięwzięcia SMR ETE kształtuje się najwyżej na poziomie rzędu 10^{-6} , natomiast dla wszystkich źródeł w obrębie elektrowni najwyżej na dolnej granicy rzędu 10^{-5} i tym samym pod względem ochrony zdrowia mieszkańców można je uznać za akceptowalne. Wszelkie oceny zostały przy tym przeprowadzone z zastosowaniem podejść konserwatywnych (czyli na korzyść bezpieczeństwa), stąd też rzeczywiste ryzyko związane z realizacją planowanego przedsięwzięcia (jak również pozostałych obiektów jądrowych w lokalizacji) będzie prawdopodobnie znacznie niższe. Między innymi ze względu na nawiązanie do analizy wyjściowej oraz poprzednich ocen nie zastosowano współczynnika redukcyjnego zalecanego przez ICRP, przez co obliczone wartości są dwukrotnie wyższe w porównaniu z aktualnie zalecaną procedurą. W przypadku jego zastosowania łączny uszczerbek na zdrowiu mieściłby się bezpiecznie na poziomie rzędu 10^{-6} nawet przy uwzględnieniu skumulowanego oddziaływania wszystkich źródeł.

Analiza wyjściowa ocenia też ryzyko obciążenia radiacyjnego wynikającego z eksploatacji ETE na obszarach przygranicznych Austrii i Niemiec. Ocena została przeprowadzona dla łącznego oddziaływania wszystkich potencjalnych źródeł obciążenia radiacyjnego. Z wyników oceny wynika, że łączny uszczerbek na zdrowiu w monitorowanych lokalizacjach będzie się kształtował najwyżej na poziomie rzędu 10^{-7} (co można również wyrazić jako wzrost o jeden przypadek na kilkaset milionów mieszkańców), a ryzyko zdrowotne można w związku z tym uznać za całkowicie pomijalne. Udział SMR ETE w obliczonych wartościach wynosi 5–10%.

Ocena oddziaływania **pola elektromagnetycznego** dotyczy obszaru korytarza, przez który będzie przebiegać linia elektroenergetyczna do i z rozdzielni Kočín, ewentualnie bezpośredniej okolicy tego korytarza. Oceniane są ostre skutki pola elektrycznego i magnetycznego o niskiej częstotliwości. Jest to czynnik o działaniu progowym, tzn. można określić bezpieczną granicę, poniżej której skutki już nie występują. Stwierdzono, że najwyższa dopuszczalna wartość, określona przez obowiązujące przepisy prawne, dla środowiska komunalnego znajduje się znacznie poniżej bezpiecznego progu, gwarantując tym samym zapewnienie wystarczającej ochrony osób fizycznych przed wszystkimi dotychczas znanymi bezpośrednimi i pośrednimi skutkami oddziaływania pól elektromagnetycznych. Obliczenia udokumentowane w analizie wyjściowej wskazują, że przy założonej wysokości linii napowietrznej oraz głębokości linii ziemnej wartość zmodyfikowanego natężenia

pola elektrycznego będzie się kształtować na poziomie 22,5–26,0% najwyższej dopuszczalnej wartości. Mając na uwadze szerokość pasa technologicznego linii elektroenergetycznej, to samo dotyczy także obrzeżnej zabudowy w pobliżu przedmiotowego korytarza.

W przypadku oddziaływania **zanieczyszczenia atmosfery**, zgodnie z wyjściową analizą rozprzestrzeniania, oceniano trzy horyzonty czasowe (rok 2034, 2040 i 2042), które łączą budowę i następną eksploatację SMR ETE oraz budowę i eksploatację Nowego źródła energii jądrowej. Obejmują zatem najmniej korzystne scenariusze pod względem potencjalnego skumulowania źródeł emisji w lokalizacji. Oceniane jest oddziaływanie narażenia na cząstki zawieszone frakcji PM₁₀ i PM_{2,5}, dwutlenek azotu, benzen oraz benzo[a]piren. W przypadku PM₁₀, PM_{2,5} i NO₂, na podstawie metodyki WHO określono liczbowo potencjalne zmiany wskaźników zdrowotnych (umieralność, zachorowalność lub hospitalizacja z powodu konkretnych diagnoz, ograniczenie aktywności itp.); w przypadku benzenu i benzo[a]pirenu (jako substancji rakotwórczych) przedstawiono w liczbach prawdopodobieństwo wystąpienia chorób.

W przypadku narażenia przewlekłego dla cząstek zawieszonych obliczono wzrost umieralności dorosłych najwyżej na poziomie 0,2 przypadku, i to wyłącznie dla horyzontu czasowego 2034 r., w którym narażenie trwa najdłużej 1 rok. W przypadku horyzontów czasowych 2040 r. i 2042 r. zmiany kształtują się na poziomie tysięcznych części nowego przypadku w całej dotkniętej populacji. Dla narażenia na dwutlenek azotu obliczono wzrost skutku zdrowotnego w postaci umieralności naturalnej dorosłych najwyżej na poziomie setnych części nowego przypadku w całej dotkniętej populacji dla 2034 r. oraz na poziomie dziesięciotysięcznych części dla pozostałych dwóch stanów. Dla narażenia na benzen i benzo[a]piren zmiany poziomu ryzyka zdrowotnego kształtują się na poziomie rzędu 10⁻⁸, względnie 10⁻⁷, i można je uznać za całkowicie nieistotne w kontekście zagrożenia dla zdrowia.

Ze zmian wskaźników zdrowotnych w wyniku krótkotrwałego narażenia wynika, że w przypadku zbiegu najmniej korzystnych warunków meteorologicznych i emisyjnych oraz bez uwzględnienia środków ograniczających zapylenie, mogłoby dochodzić do potencjalnego wystąpienia lżejszych dolegliwości zdrowotnych, reprezentowanych przez ograniczoną aktywność (względnie absencję szkolną). Z tego powodu należy konsekwentnie zapewnić minimalizację zapylenia z placu budowy, jak również z tras dojazdowych i wyjazdowych transportu związanego z budową. Przy założeniu przestrzegania tych działań nie będzie dochodzić do opisanych maksymalnych wzrostów narażenia, a tym samym do powiązanych skutków zdrowotnych (względnie skutki te zostaną zredukowane do poziomu wartości średnich, opisanych wyżej).

Oddziaływanie **hałasu**, ze względu na charakter oddziaływania (wyklucza się skutki ostre, ocenia się jedynie długotrwałe narażenie), oceniono dla etapu eksploatacji,

a mianowicie w dwóch horyzontach czasowych, lat 2040 i 2042. W obu przypadkach oddziaływanie jest praktycznie identyczne. Oceniany jest poziom silnej dokuczliwości oraz silnego zakłócania snu, wyrażony liczbą mieszkańców odczuwających dokuczliwość i zakłócanie snu, a ponadto ryzyko sercowo-naczyniowe, wyrażone liczbą przypadków ICHS. Z wyników oceny wynika, że liczba mieszkańców silnie odczuwających dokuczliwość może potencjalnie wzrosnąć o 1 przypadek.

Z wyników oceny wynika, że liczba mieszkańców odczuwających silną dokuczliwość hałasu związanego z transportem drogowym w okolicznej istniejącej zabudowie w stanie wyjściowym wynosi 64, względnie 65 osób, w wyniku planowanego przedsięwzięcia obliczono wzrost o jeden przypadek. Liczba mieszkańców odczuwających silne zakłócanie snu wynosi w obu stanach 19 osób, w wyniku planowanego przedsięwzięcia nie odnotowano żadnej zmiany. Wzrost wskaźnika ryzyka sercowo-naczyniowego (przypadki ICHS) obliczono do ok. 0,0022–0,0023 przypadków, jest to więc zmiana całkowicie pomijalna pod względem ochrony zdrowia.

Oddziaływanie psychologiczne oceniono, zgodnie z analizą wyjściową, na poziomie elektrowni jako całości. Ocena opiera się na założeniu, że w przypadku ludności w bliskiej okolicy, negatywny wpływ mogłyby mieć obawy związane z bliskością elektrowni jądrowej i powiązaniem z nią potencjalnym ryzykiem napromieniowania oraz ewentualnych awarii. Dlatego stan psychiczny ludności jest długoterminowo monitorowany w ramach Programu monitorowania i oceny oddziaływania Elektrowni Jądrowej Temelín na środowisko; aktualne wyniki pochodzą z roku 2025. Z wyników Programu wynika, że kształtowanie się charakterystyk psychologicznych ludności w okolicach Elektrowni Jądrowej Temelín sygnalizuje stosunkowo stabilną i sprzyjającą tendencję, jednak jej utrzymanie jest bez wątpienia zależne od jej bezawaryjnej eksploatacji oraz od bezpieczeństwa energetyki jądrowej jako całości. Także opinia publiczna ludności jest stosunkowo sprzyjająca i choć ludność dostrzega potencjalne zagrożenia bezpieczeństwa, w większości mieszkańcy postrzegają Elektrownię Jądrową Temelín jako bezpieczną, eksploatowaną zgodnie z wysokimi standardami bezpieczeństwa. Istnienie i bliskość ETE nie zakłócają zatem istotnych cech osobowości ani równowagi psychicznej i dobrego samopoczucia. Utrzymania tego korzystnego stanu można się spodziewać również w przypadku realizacji planowanego przedsięwzięcia SMR ETE.

W ramach analizy **oddziaływania społecznego i gospodarczego** budowy i eksploatacji nowego źródła energii jądrowej SMR ETE oceniono oddziaływanie na ludność, rynek pracy, gospodarkę, warunki życia, infrastrukturę transportową, poziom wyposażenia, mieszkalnictwo oraz administrację publiczną na obszarze. Z wyników analizy wynika, że planowane przedsięwzięcie SMR ETE przyniesie korzyści gospodarcze mieszkańcom okolicznego obszaru, przy czym efekt ten zostanie dodatkowo wzmocniony w przypadku skumulowania z planowanym przedsięwzięciem

NJZ ETE. Z rozwojem gospodarczym wiązać się będzie również poprawa poziomu życia społecznego na rozpatrywanym obszarze. Negatywne aspekty rozwoju mogą się wiązać przede wszystkim z potencjalnymi skutkami środowiskowymi wynikającymi ze zwiększonego obciążenia ruchem; oddziaływanie to było jednak przedmiotem osobnej oceny i zostało omówione wyżej.

Podsumowując można zatem stwierdzić, że wszystkie wymierne oddziaływania o charakterze bezprogowym (promieniowanie jonizujące, zanieczyszczenie atmosfery, hałas) zostały ocenione jako nieistotne pod względem zagrożenia dla zdrowia dotkniętej populacji, a zatem akceptowalne. Wszelkie oceny zostały przy tym przeprowadzone z zastosowaniem podejść konserwatywnych (czyli na korzyść bezpieczeństwa), stąd też faktyczny wskaźnik ryzyka w przypadku poszczególnych czynników będzie z wysokim prawdopodobieństwem znacznie niższy. Wyniki określenia liczbowego można uznać za górną granicę szacunku wskaźnika ryzyka zdrowotnego. W celu ograniczenia oddziaływania krótkotrwałych wzrostów zanieczyszczenia atmosfery podczas prac budowlanych, zgodnie z analizą wyjściową rozprzestrzeniania, zalecane jest zapewnienie środków minimalizujących zapylenie oraz preferowanie stosowania maszyn z napędem elektrycznym. Oddziaływanie pola elektromagnetycznego można ze względu na skutek progowy oraz przestrzeganie najwyższej dopuszczalnej wartości uznać za wykluczone. W wyniku realizacji planowanego przedsięwzięcia nie jest spodziewane oddziaływanie psychologiczne wykraczające poza stan obecny, który jest przy tym oceniany jako przeważnie sprzyjający. Planowane przedsięwzięcie będzie stanowić wkład ekonomiczny dla ludności zamieszkującej okoliczny obszar, przy czym z rozwojem gospodarczym wiązać się będzie zgodnie z założeniem również podniesienie poziomu społecznego.

13. BIBLIOGRAFIA

- [1] Podzimek, František: Ocena oddziaływania radiacyjnego eksploatacji Elektrowni Jądrowej SMR ETE, Wydawca: ČVUT v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství, Katedra zdravotnických odborů a ochrany obyvatelstva. 2026.
- [2] Protokół z badania akredytowanego laboratorium, Wydawca: EGU HV LABORATORY, Praha, 2026.
- [3] POLÁK R.: Nowe źródło energii jądrowej SMR w lokalizacji Temelín. Ocena oddziaływania zanieczyszczenia atmosfery i obciążenia hałasem na zdrowie publiczne. Wydawca: ATEM, Praha, 2026
- [4] Sadílek P.: DP14 - Analiza stanu psychicznego mieszkańców w lokalizacji Temelín - 2025, Wydawca: AGENTURA INRES, Brno – Praha, 2025.
- [5] Binek, J., Šerý, O., Faltýnek A., Šilhan, Z., Synková K.: DP28 – Analiza społeczno-gospodarcza rozwoju regionu (ETE), Społeczne i gospodarcze skutki budowy i eksploatacji SMR ETE we wspólnym oddziaływaniu z NJZ ETE. Wydawca: GaREP, spol. s r.o., Brno, 2025.
- [6] Instrukcje autoryzacyjne dla HRA. Online. Státní zdravotní ústav. © 2023–2024. Dostępne na: <https://szu.cz/sluzby/autorizace/program-autorizace/stranka-autorizace-v-hra/autor-navody-hra/>. [cit. 2026-06-18].
- [7] Health impact assessment (HIA) tools and methods. Online. WHO. © 2024. Dostępne na: <https://www.who.int/tools/health-impact-assessments>. [cyt. 2026-06-18].
- [8] N8Risk Assessment. Online. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). © 2024. Dostępne na: <https://www.epa.gov/risk>. [cit. 2026-06-18].
- [9] Bláha, Karel a Cikrt, Miroslav. Podstawy oceny ryzyka zdrowotnego. Wydawca: Státní zdravotní ústav v nakladatelství Fortuna, Praha, 1996. ISBN 80-7071-040-3.
- [10] Provazník, Kamil; Cikrt, Miroslav a Komárek, Lumír (ed.). Podręcznik profilaktyki w praktyce lekarskiej. VIII., Podstawy oceny ryzyka zdrowotnego. Praha: Fortuna, 2000. ISBN 80-7071-161-2.
- [11] Dziennik Urzędowy Ministerstwa Zdrowia Republiki Czeskiej, Zeszyt 8/2017: Wytoczne metodyczne dotyczące ujednolicenia procedur organów VZ (zdrowia publicznego) w przypadku kontroli przestrzegania środków nałożonych na osoby fiz. i praw. w zakresie ochrony przed promieniowaniem niejonizującym. Wydawca: MZDR ČR, Praha, 2017
- [12] Rozporządzenie rządu nr 291/2015 Dz.U. o ochronie zdrowia przed promieniowaniem niejonizującym. Ustawy dla ludzi, online. Dostępne na: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-291>. [cyt. 2026-06-18].
- [13] National stockpiles for radiological and nuclear emergencies: policy advice. World Health Organization, 2023. ISBN 978-92-4-006787-5.
- [14] Krótkie zestawienie biologicznych skutków promieniowania. Online. Státní úřad pro jadernou bezpečnost. © 2024. Dostępne na: <https://sujb.gov.cz/radiacni>

- ochrana/oznameni-a-informace/strucny-prehled-biologickych-ucinku-zareni/. [dostęp: 2026-06-18].
- [15] Publikacja 103 – Zalecenia Międzynarodowej Komisji Ochrony Radiologicznej 2007 r. Online. ICRP: Státní úřad pro jadernou bezpečnost, Praha. 2009. Dostępne na: https://sujb.gov.cz/fileadmin/sujb/docs/radiacni-ochrana/ICRP103_dokument.pdf. [cyt. 2026-06-18].
- [16] Radiation Health Effects. Online. U. S. Environmental Protection Agency (EPA). 2024. Dostępne na: <https://www.epa.gov/radiation/radiation-health-effects>. [cyt. 2026-06-18].
- [17] Ustawa nr 263/2016 Dz.U., ustawa Prawo Atomowe, z późniejszymi zmianami. Ustawy dla ludzi, online. AION CS, 2010-2024. Dostępne na: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-263>. [cit. 2026-06-18].
- [18] Rozporządzenie nr 422/2016 Dz.U. o ochronie radiologicznej i zabezpieczeniu źródła radionuklidowego. Ustawy dla ludzi, online. AION CS, 2010-2024. Dostępne na: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-422>. [cit. 2026-06-18].
- [19] ABMERIT – nuclear and space: Abmerit/2026/Amentum/02: DP29 – Aktualizacja analizy DP17 z uwzględnieniem nowelizacji V422. Wydawca: Abmerit s.r.o., Trnava, 2026
- [20] Kotulán, J.: Nowe źródło energii jądrowej elektrowni Temelín – Ocena oddziaływania na zdrowie publiczne. ARTECH spol. s r.o., 2010.
- [21] Podzimek, F.: Ocena oddziaływania promieniowania wynikającego z dokończenia budowy SVJP na ludność i zdrowie publiczne. Wydawca: ČVUT v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství, Katedra zdravotnických odborů a ochrany obyvatelstva, Praha, 2024.
- [22] The International EMF Project. © 2026, WHO Dostępne na: <https://www.who.int/initiatives/the-international-emf-project>. [cit. 2026-06-18].
- [23] Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks – SCENIHR): Potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF) Wydawca: Health effects of EMF, 2015, – Dostępne na: https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/docs/scenih_r_o_041.pdf. [cit. 2026-06-18].
- [24] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz). Health Phys. 2010 Dec;99(6):818-36. doi: 10.1097/HP.0b013e3181f06c86.
- [25] Bartoš T.: Nowe źródło energii jądrowej SMR w lokalizacji Temelín. Analiza rozpraszania. Amentum Clean Energy. Brno, 2026.
- [26] WHO: Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide - Global update 2005, WHO, 2006.
- [27] WHO: WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva, WHO, 2021.
- [28] WHO: Health risks of air pollution in Europe: HRAPIE-2 project: updated guidance on concentration-response functions for health risk assessment of air pollution in the WHO European Region. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2025.

- [29] WHO: Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project. Recommendations for concentration–response functions for cost–benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide. WHO – Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark, 2013.
- [30] Greif-akustika, s.r.o.: Budowa i eksploatacja SMR ETE – obciążenie ruchem, analiza akustyczna na potrzeby EIA. Praha, 2025
- [31] Greif-akustika, s.r.o.: Budowa i eksploatacja SMR ETE – stacjonarne źródła hałasu, analiza akustyczna na potrzeby EIA. Praha, 2025
- [32] SZÚ: Instrukcje autoryzacyjne AN 15/04 wersja 5: Instrukcje autoryzacyjne dotyczące oceny ryzyka zdrowotnego w wyniku narażenia na hałas, SZÚ, Praha, 2020
- [33] WHO: Environmental Noise Guidelines for the European Region. WHO Regional Office for Europe, Kopenhaga, 2018. <http://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/environmental-noise-guidelines-forthe-european-region-2018>
- [34] SZÚ: Skutki zdrowotne hałasu. <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/zdravotni-ucinky-hluku>

14. LISTA SKRÓTÓW

ČEZ	spółka ČEZ, a. s.
RCz	Republika Czeska
DDREF	współczynnik skuteczności dawki i mocy dawki
EEG	elektroencefalografia
ETE	Elektrownia Temelín
IARC	Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem (International Agency for Research on Cancer)
ICNIRP	Międzynarodowa Komisja Ochrony Przed Promieniowaniem Niejonizującym (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection)
ICRP	Międzynarodowa Komisja Ochrony Radiologicznej
ICHs	choroba niedokrwienna serca
NJZ	Nowe źródło energii jądrowej
NJZ ETE	Nowe źródło energii jądrowej w lokalizacji Temelín
NO ₂	Dwutlenek azotu
PAH	wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne
PM ₁₀	cząstki o średnicy do 10 µm
PM _{2,5}	cząstki o średnicy do 2.5 µm
SCENIHR	Komitet Naukowy ds. Nowo Pojawiającego się i Nowo Zidentyfikowanego Ryzyka Zdrowotnego (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks)
SLDB	Spis ludności, domów i mieszkań
SMR	Mały reaktor modułowy (Small Modular Reactor)
SMR ETE	Mały reaktor modułowy w lokalizacji Temelín
SÚJB	Państwowy Urząd Bezpieczeństwa Jądrowego
SVJP	Przechowalnik wypalonego paliwa jądrowego
SZÚ	Państwowy Instytut Zdrowia
UO ₂	tlenek uranu
US EPA	A amerykańska Agencja Ochrony Środowiska (U.S. Environmental Protection Agency)
ÚZIS	Instytut Informacji Zdrowotnych i Statystyki
WHO	Światowa Organizacja Zdrowia (World Health Organization)
ZSJ	podstawowa jednostka osadnicza